

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

И.О. Пивень, В.Н. Ермолаева Выращивание шампиньонов и вешенки

БОЛЕЗНИ И ВРЕДИТЕЛИ ШАМПИНЬОНОВ

Шампиньоны поражаются многими болезнями и вредителями, которые снижают урожайность грибов и ухудшают качество плодовых тел. В некоторых случаях, когда болезни и вредители появляются с момента посадки грибницы, можно даже не получить урожая. Чаще всего шампиньоны повреждаются личинками мелкой грибной мушки или галлового комарика.

Грибные мушки — очень мелкие двукрылые насекомые, личинки которых повреждают мицелий и плодовые тела, образуя так называемые «червивые грибы». В помещение они попадают вместе с компостом или через вентиляционные отверстия. Эффективные профилактические меры борьбы — стерилизация субстрата перед закладкой и применение сеток на всех вентиляционных отверстиях и дверях. Если мухи все же появились в помещении при закладке субстрата, грунт и проходы опрыскивают хлорофосом.

Реже грибы повреждаются клещами.

При этом основание ножек приобретает коричневую окраску поверхности грибов можно заметить очень «мелкие дырочки». Микроскопические клещи образуют на поверхности желто-коричневые порошкообразные скопления в виде пятен, которые легко удаляются пальцем. Иногда скопление этих клещей можно заметить на верхушках комочков земли еще до появления плодовых тел шампиньонов.

Хорошо заметные дырочки на поверхности плодовых тел свидетельствуют о повреждении шампиньона мокрицами и ногохвостками.

Это заметные невооруженным глазом бескрылые, серого цвета насекомые, передвигаются большими прыжками. Обнаружить их можно, положив на грунт лист белой бумаги. Ногохвостки повреждают плодовые тела и грибницу. Размножаться могут в огромном количестве, покрывая в некоторых местах толстым слоем грунт, древесину стеллажей, ящики. В шампиньонницу они попадают с необеззараженной землей или остаются от предыдущей культуры. В борьбе с ногохвостками фунт опрыскивают хлорофосом. Профилактические меры борьбы — тщательная дезинфекция помещений, стерилизация земли и субстрата.

Мокрицы — серые, овальной формы насекомые, длиной около 1 см, водятся в сырых местах, обычно в щелях стен, под кучами мусора. В шампиньонах грызут плодовые тела, питаются ночью. Мокриц вылавливают с помощью приманок и уничтожают. Для приманок используют разрезанные пополам клубни картофеля, свеклы или моркови, причем в каждой половинке делают глубокий треугольный надрез, в который мокрицы свободно проникают.

Плодовые тела шампиньонов представляют собой благоприятный биотоп для жизнедеятельности фитонематод. Проникая в плодовые тела из почвы, они становятся грибными паразитами, находя в плодовых телах избыток белка для питания и все условия для размножения и развития. Наиболее эффективным способом борьбы с нематодами является пастеризация компоста паром.

К возбудителям болезней шампиньона относятся плесневые грибы, которые появляются на поверхности покровного грунта в виде светло-оливковых, коричневых, розоватых или зеленоватых пятен. Для борьбы с ними аккуратно очищают и удаляют верхний слой в местах пятен, а очищенные участки посыпают суперфосфатом или поваренной солью и добавляют свежий покровный грунт. Можно также опрыскивать гряды раствором суперфосфата.

Одной из самых распространенных и опасных болезней шампиньонов является белая гниль, возбудитель которой гриб-паразит микогон. Болезнь поражает мицелий и плодовые тела. Признаки заболевания — появление групп уродливых плодовых тел, срастающихся в бесформенную массу, или коричневых, постепенно увеличивающихся, пятен на шляпках плодовых тел. Пораженные плодовые тела покрываются белым пушком-мицелием гриба-паразита. Затем заболевшие плодовые тела размягчаются, съеживаются, мякоть их темнеет и разлагается, издавая специфический неприятный запах.

Источником болезни являются покровная земля или компост. Меры борьбы сводятся к механическому удалению очагов заболевания, дезинфекции земли формалином или паром, пастеризации компоста и поддержанию необходимой температуры воздуха в камере.

Сухую гниль шампиньона вызывает гриб-паразит *вертициллий*. Признак этой болезни — появление деформированных (с расширенной у основания и растрескивающейся ножкой) плодовых тел с коричневыми пятнами на шляпке и ножке. Мякоть таких грибов размягчается, темнеет и постепенно загнивает. В отличие от белой гнили, пораженные плодовые тела не выделяют коричневых капель жидкости и не имеют запаха. Как и микогон, возбудитель этой болезни заносится с землей. Меры борьбы такие же, как и с белой гнилью.

Если в период плодоношения шампиньонов температура и влажность воздуха выше нормы, что обычно бывает в летнее время, на поверхности покровной земли и плодовых телах в виде рыхлой и шерстистой белой пряжи развивается паутистая плесень — *дактилий*. Эта очень быстро развивающаяся плесень в короткое время вызывает отмирание пораженных плодовых тел. Обтянутые плесенью плодовые тела становятся темно-коричневыми и сваливаются набок.

При появлении первых пятен паутиной плесени на поверхности покровного грунта в период плодоношения шампиньонов следует немедленно уничтожить эти пятна, не допуская дальнейшего распространения возбудителей болезни. Для этого замеченные пятна густо посыпают поваренной солью.

Одна из часто встречаемых болезней шампиньонов — вирусное заболевание *мумии*. Оно распознается сначала по появлению мелких шампиньонов и по замедленному росту грибов, затем по различным деформациям плодовых тел, вызываемых вторичным внедрением вирусов. Одним из признаков этой болезни является развитие ризоформ в покровном слое и в компосте и трудность снятия их с грибов. Заболевание распространяется от очага инфекции со скоростью 30 см в сутки. Причины болезни точно не выяснены.

Меры борьбы с мумификацией заключаются в создании благоприятного режима для культуры шампиньонов путем сбора и уничтожения больных плодовых тел.

Иногда, особенно при первых двух-трех обильных волнах плодоношения, можно наблюдать увядание молодых плодовых тел размером от горошины до желудя. Рост их приостанавливается, кожица и ткани темнеют, приобретают темно-коричневый цвет, становятся мягкими на ощупь или загнивают. Болезнь эта особенно распространяется к концу плодоношения, но иногда наблюдается и вначале. Тогда от увядания гибнет значительная часть урожая. Чтобы предотвратить распространение болезни, пораженные плодовые

тела систематически собирают, а места, где они были, засыпают чистой землей. Возбудитель болезни точно не установлен, эффективным профилактическим мероприятием является пастеризация субстратов и покровного материала.

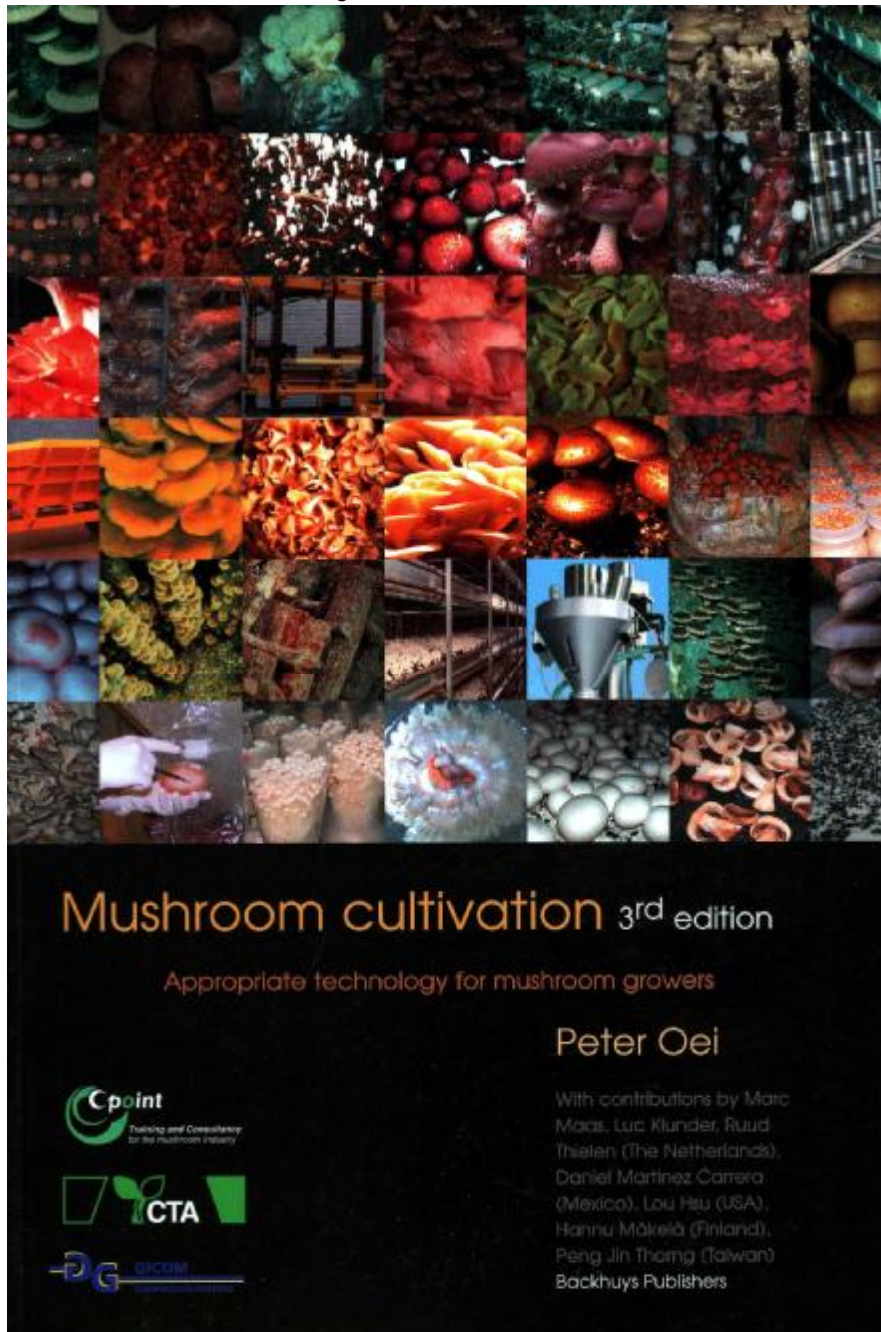
ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Вешенку болезни практически не поражают. (!!!!) Однако изредка в летний период наблюдается появление необычных плодовых тел — крупных, утолщенных, капустообразных, очевидно вирусного происхождения.

Вешенка поражается такими вредителями, как грибные мухи и комары, клещи и слизни. Поврежденные мицелий и плодовые тела подвергаются встречным бактериальным инфекциям. Большой вред эти вредители могут нанести, если в вешеннице одновременно выращивается разновозрастной материал. Для борьбы с насекомыми помещение окуривают сернистым газом или опрыскивают 0,18%-ным раствором актеллика.

В условиях пленочной теплицы плодовые тела вешенки обыкновенной в сильной степени повреждаются слизнями. Для борьбы с ними почву в теплице два-три раза в год посыпают калийной солью или суперфосфатом.

При выращивании вешенки на отрубках древесины применять химические меры борьбы практически невозможно, так как даже одноразовая химическая обработка может повредить мицелий. При выращивании вешенки на отходах сельскохозяйственного производства в контейнерах или полиэтиленовых мешках использование химических мер борьбы затруднено из-за того, что большинство вредителей определенную часть своего цикла проводят внутри субстрата и таким образом защищены от воздействия химических средств. Поэтому при выращивании вешенки основное внимание должно быть уделено профилактическим мерам борьбы. Проводятся они до посадки мицелия в субстрат и заключаются в тщательном удалении всех источников распространения вредителей и болезней. Особое внимание следует уделять чистоте инвентаря. Перед началом работ помещение, в котором выращивают вешенку, а также инвентарь дезинфицируют путем окуривания сернистым газом или формальдегидом. Можно провести дезинфекцию опрыскиванием 2—4%-ным раствором хлорной извести или раствором формалина.



Mushroom Cultivation

by Peter Oei

26.8 Бактериозы

Бактерии вообще вызывают меньше проблем в промышленном грибоводстве, чем насекомые или простейшие грибы, и время от времени они даже обязательны для производителей грибов. Бактерии играют важную роль в процессах ферментации и пастеризации. Один из результатов этих процессов - формирование определенной микрофлоры, которая поддерживает рост желательного гриба и часто выступает антагонистом по отношению к патогенным грибам, например, *Trichoderma*.

Бактерии также необходимы в культивировании *Agaricus*, потому что *Agaricus* формирует плодовые тела только в покровной почве, и только при наличии в ней бактерии *Pseudomonas putida*. Однако, в следующей таблице вы увидите в каких обстоятельствах бактерии приносят ущерб производителям грибов.

Научное название	Обычное название	Поражаемые грибы	Повреждения	Обработка
Много родов	Бактериозы	Все дерево – разрушающие грибы, выращиваемые на пастеризованных или стерильных субстратах.	Бактерии могут ингибировать рост мицелия. Бактериозы часто развиваются, при избыточной влажности субстрата (высокое содержание свободной воды); при недостаточной стерилизации субстрата. Некоторые бактерии образуют споры, которые переносят термообработку при 100 °C	Тщательная подготовка субстратов; проверка реальных температурных режимов; уменьшение содержания легко доступных углеводов, в пастеризованных субстратах (например, ферментируя его или изменяя формулу субстрата)
<i>Pseudomonas tolaasii</i>	Бактериальная пятнистость	Главным образом <i>Agaricus</i> , также <i>Pleurotus</i> и <i>Lentinula</i>	Бактерии вызывают желтые, желто-коричневые слизистые пятна на шляпках грибов. В серьезных случаях также на ножках грибов.	Контроль влажности грибов: обсушивать грибы в течение 2-х часов после полива усиленной вентиляцией. Создать достаточное движение воздуха во все камере выращивания. Уменьшить температуру компоста.
<i>Pseudomonas spp.</i>	Мумификация	<i>Agaricus</i>	Деформированные грибы имеют подробный сети мицелий вокруг (экстра толстой) нижней части ножки гриба. Покровная почва и этот мицелий легко разрываются при сборе грибов. Распространяется только с больным мицелием (таким образом, не от полки к полке, но в пределах зараженной полки.	Изолировать зараженное пятно круговым разрезом компоста до основания полки и залить 2% формалином. Тщательная дезинфекция всего.



T H E MUSHROOM CULTIVATOR

**A Practical Guide to
Growing Mushrooms at Home**

**By
Paul Stamets
J.S. Chilton**

AGARIKON PRESS
OLYMPIA, WASHINGTON



BACILLUS

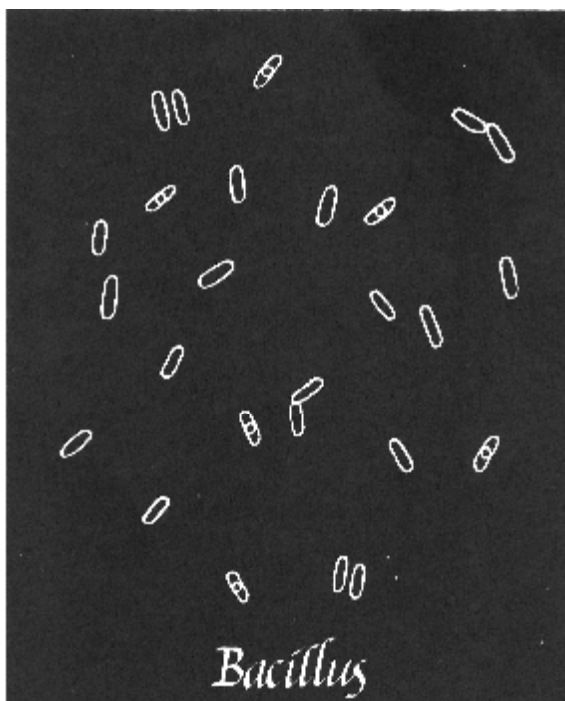


Рис. 180

Микрофотография *Bacillus* в оптическом микроскопе.

Класс: *Schizomyceies*

Семейство: *Eubacteriales*

Род: *Bacillaceae*

Обычные названия: *Влажное пятно; Кислая гниль*

Среда обитания и частота встречаемости: Живет в широчайшем диапазоне условий. *Bacillus* растет практически на любой влажной органике, лишь бы она находилась в кислородной среде.

Пути распространения и заражения: Прежде всего через воздух; затем через воду, зерно, почву, компост, субстрат, насекомых, инструменты, руки и одежду рабочих.

Методы контроля: фильтрация воздуха через НЕРА фильтры; полная стерилизация зерна; и надлежащее хранение и использование "относительно чистого" зернового сырья. Добавление антибиотиков к агаровым питательным средам (гентамицина сульфат, пенициллин, стрептомицин, ауреомизин, и т.д.) препятствует или предотвращает рост этих инфекций. Эндоспоры бацилл уничтожаются стерилизацией высокими температурами, например, острым паром при температуре 250 °F в течение часа. Более низкие температуры (140 °F и мене) убивают вегетативные родительские клетки, но не эндоспоры, который они формируют.

Внешнее проявление: серая, коричневатая слизь, характеризующаяся сильным неприятным запахом, который описывают как запах гниющих яблок, грязных носок или горелого бекона. Инфицированное *Bacillus* не колонизированное зерно кажется чрезмерно влажным, откуда и появилось название "Влажное Пятно". Бледные беловатые рубчики по краям зерновок характерны для этой инфекции.

Микроскопические особенности: Палочкообразные или цилиндрической формы клетки, диаметром 0.2 - 1.2 микрона и 1 - 5 микронов длиной. Когда влажный мазок рассматривают через микроскоп, *Bacillus* активно извиваются вперед - назад. Некоторые разновидности перемещаются за счет вибрации кнутов ("волосы"), которые «растут» из каждой клетки. Эти кнуты трудно заметить без использования специальных методов окраски. *Bacillus* инкапсулированы тонкой, но прочной слизью, скопление таких капсул на инфицированном зерне проявляется в виде слизи. *Bacillus* воспроизводится простым делением клеток. Во времена неблагоприятных экологических условий, особенно повышения температуры, единственная защищенная спора формируется внутри каждой родительской клетки. Эти эндоспоры показывают экстраординарную устойчивость к нагреву в сухих условиях, не инактивируются при высыхании. Все виды этого рода являются Грамм - положительными.

Общие сведения: самая известная разновидность в роду - *Bacillus anthracis*, причина отвратительной болезни Сибирской язвы. Грибоводы, однако, вряд ли смогут встретиться с этой разновидностью бактерий. Большинство формирующих эндоспоры бактерий не является токсичными. *Bacillus subtilis*, бактерия, которая наиболее часто портит мицелий, широко используется в работах по генной инженерии, в медицине.

Clostridium - род, подобный *Bacillus* за исключением того, что это является анаэробным. Этот род – печально известен у грибоводов одной очень токсичной разновидностью: **C. botulinum**, причиной ботулизма.

Комментарии: пагубный и стойкий конкурент мицелия, загрязнение *Bacillus* является самым трудным для контроля. При комнатной температуре, единственная клетка делится каждые 20 минут. Почти миллион дочерних бактерий получится всего через семь часов. Через еще семь часов каждая из этого миллиона бактерий разделится еще на миллион клеток. Таким образом, меньше чем через четырнадцать часов, один триллион бактерий развивается от единственной родительской клетки!

Феноменальная репродуктивная способность *Bacillus* и других бактерий представляет огромную угрозу производителю мицелия. Хотя родительские клетки легко разрушить, то их эндоспоры – совсем другое дело! При сухих условиях, эндоспоры сохраняются в огромном количестве вплоть до температуры 130 °F. В кипящей воде (212 °F.), жизнеспособность эндоспор заметно уменьшается. (Девяносто процентов спор *Bacillus* инактивируются в кипящей воде за одну минуту при 212 °F.). При более высоких температурах и давлениях в автоклаве доля жизнеспособных спор *Bacillus* падает значительно ниже 1 %. Однако, и этот 1 % серьезно затрудняет любую попытку культивирования зернового мицелия, вследствие очень высокой репродуктивной способности *Bacillus*. Это очень сложная проблема, если титр бактерий в зерне первоначально высок.

В одном исследовании, термическое смертельное время (TDT) экспонированной *Bacillus stearothermophilus* с начальным титром 1 300 000 эндоспор было точно определено при 250 °F. равным 13 минутам. (Температура кипения воды на уровне моря, 250 °F. соответствуют давлению 15 psi). Исследователи пищи, занимающиеся портящими пищу бактериями (особенно **Clostridium**) показали, что устойчивость эндоспор к нагреванию непосредственно связана с содержанием кальция в субстрате. Сформировавшаяся эндоспора может сохранять жизнеспособность в течение огромных промежутков времени. Эндоспоры, выделенные из зубов мумий, оказались жизнеспособными после многих сотен лет.

Хотя температурные датчики автоклава могут показывать определенную температуру, температура зерна внутри мицелиальных пакетов может быть значительно ниже этого значения. Кроме того, бактерии внутри пакетов с зерном частично защищены от воздействия стерилизующего пара структурными впадинами зерновок. Эта задержка во времени проникновения пара особенно характерна для больших, плотно наполненных автоклавов.

Несмотря на то, что автоклавирование в течение одного часа при 15 psi достаточно, чтобы убить большинство контаминантов, зерно, имеющее первоначально высокий титр бактерий может требовать стерилизации при более высоких температурах и в течение более длительных промежутков времени. Автоклавирование в течение 1 часа при температуре 270 °F. (которая эквивалентна давлению насыщенного пара в 27 psi), достаточно, чтобы обеззаразить зерно, сильно инфицированное эндоспорами бактерий.

Если подлежащее стерилизации зерно ржи сильно загрязнено бактериями, и именно инфицированное зерно – причина брака, целесообразнее заменить зерно на более чистое, чем подвергать его двойной стерилизации. Хотя некоторые мицелиальные лаборатории регулярно проводят предварительную варку их зерна в течение приблизительно 2 часов в воде. Затем воде позволяют стечь, подсушивают зерна, помещают в пакеты и далее стерилизуют их в стандартных условиях.

Самый практичный метод снижения концентрации бактериальных эндоспор – выдерживание увлажненного зерна в аэробных условиях при комнатной температуре 24 часа перед стерилизацией. Жизнеспособные эндоспоры в этих условиях прорастут и будут восприимчивы стандартной процедуре стерилизации. Новые эндоспоры не будут формироваться в увлажненном зерне за это время.

Bacillus subtilis var. **mucoiides** - обычная бактерия, ответственная за порчу зернового мицелия. При отсутствии должного контроля эта инфекция наносит большой ущерб производителям мицелия. Вплоть до закрытия производства.

Споры и гифы грибного мицелия могут стать переносчиками *Bacillus*, перенося бактерии на их поверхности (см. рис. 181 и 182), которые затем инфицируют любые субстраты, в которые вносится грибной мицелий.

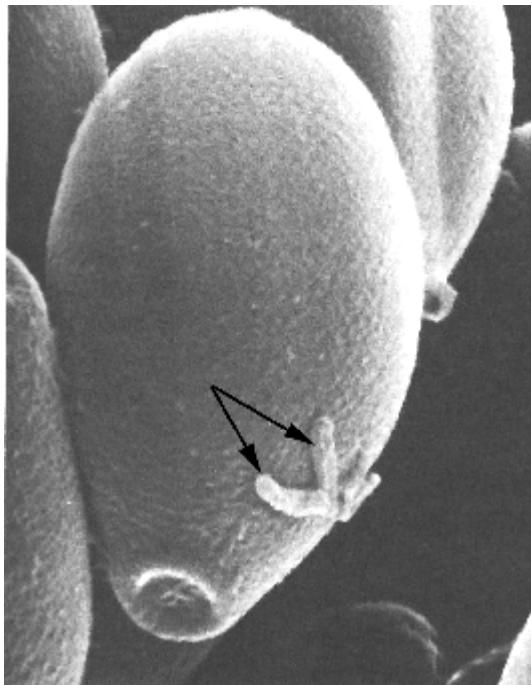


Рис. 181

Микрофотография на сканирующем электронном микроскопе: бактерии "оседлали" спору *Panaeolus acuminatus*.



Рис. 182

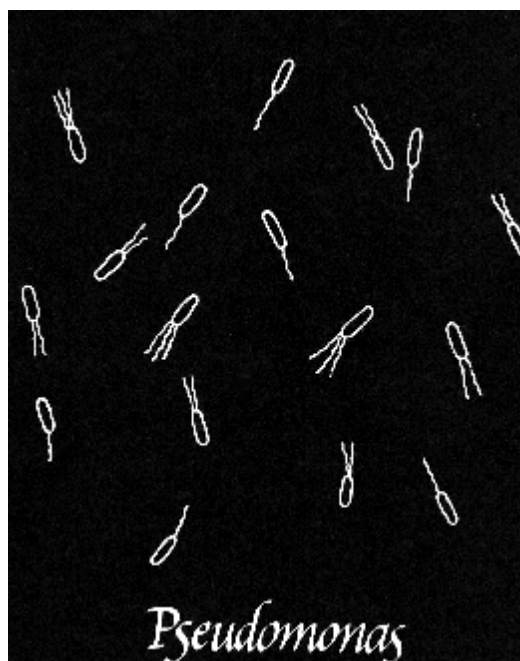
Микрофотография на сканирующем электронном микроскопе: бактерии "оседлали" гифу *Psilocybe cubensis*.

Многие бактерии являются палочкообразными. Понятие рода *Bacillus* со временем было значительно сужено. В настоящее время *Bacillus* определяют как Грамм – положительные палочкообразные аэробные спорообразующие бактерии.

Согласно Park и Agnihotri (1969), *Bacillus megaterium* стимулирует формирование примордий некоторых штаммов *Agaricus brunnescens* (bisporus). Другая разновидность, *Bacillus thermofibrilcolous*, согласно Steineck (1973), будучи интродуцирована в мицелий шиитаки, ингибирует рост плесневых конкурентов на субстрате отруби риса/опилки.

См. Также *Pseudomonas*.

PSEUDOMONAS



Класс: *Schizomycetes*

Семейство: *Pseudomonadales*

Род: *Pseudomonaceae*

Обычные названия: Бактериальные пятна; Бактериальные ямки.

Греческий корень: От "pseudes", означающий поддельный, ложный или вводящий в заблуждение и "monas" означающий одну или единственную в отношении изменчивости формы этой бактерии.

Среда обитания: вездесуща во всех почвах, имеется в большом количестве в водных средах обитания. *Pseudomonas tolaasii* обычно заражает грибы, и те через некоторое время становятся мокрыми.

Пути распространения инфекции: Прежде всего - через воду; затем через зерновой мицелий, почву, компост, субстрат, мух, клещей, нематоды, инструменты и рабочих.

Методы контроля: Использование мягко хлорированной воды (150 - 250 ppm) или воды, с низким титром бактерий. От этого патогена можно избавиться: немедленное удаление и уничтожение пораженных плодовых тел; уменьшение чрезмерно высоких уровней влажности в течение плодоношения (для шампиньона не более чем 92 %); и предотвращение образования застойных воздушных зон хорошей системой распределения воздуха. Поддержание достаточного уровня испарения влаги уменьшает вероятность развития этих бактерий, поражающих плодовые тела.

Внешнее проявление: Желтоватые пятна круглые или неправильной формы; поверхностные; быстро развивающиеся на влажных грибах; со временем приобретают коричневый, шоколадный цвет; слизистые. Пораженные поверхности покрыты слоем коричневатой слизи. Инфекция характеризуется сильным отвратительным запахом.

Микроскопические особенности: Для этого рода характерны как цилиндрические (бациллы), так и сферические (кокки) формы. Клетки являются чрезвычайно изменчивыми по форме, их размеры колеблются в пределах 0,4 – 0,5 x 1,0 - 0,7 микрона. Типично бактериальная клетка имеет один или более жгутов ("движущиеся волосы") в одном или обоих из ее полюсов. (Бацилла имеет жгуты по всей ее внешней периферии). Оба организма используют эти жгуты для передвижения. Этот род - Грамм отрицательный.

Общие сведения: Некоторые разновидности *Pseudomonas* являются патогенами человека. Примечание: *Pseudomonas aeruginosa* (также известный как *Pseudomonas pyocyanea*), разновидность, которая вызывает слепоту и другие болезни. *Pseudomonas putida* является стимулятором формирования примордий некоторых штаммов *Agaricus brunnescens* (bisporus), и его использование имеет потенциальную коммерческую ценность.

Комментарии: К настоящему времени идентифицировано более чем 140 разновидностей *Pseudomonas*; лишь немногие были определены как действующие на грибы.

Pseudomonas tolaasii - причина бактериального поражения, которое может уничтожить культуры *Agaricus* и *Psilocybe*. Биологическое средство контроля этой инфекции было предложено Nair и Fahy (1972), которые показали, что введение *Pseudomonas fluorescens*, естественного антагониста *Pseudomonas tolaasii*, заметно уменьшило поражение, не уменьшив урожайность *Agaricus brunnescens*. Другие полагают, что *Pseudomonas fluorescens* является вариантом *Pseudomonas tolaasii*, и не рекомендуют этот метод.

Pseudomonas tolaasii вызывает характерные углубленные серовато-коричневые повреждения на грибной шляпке, в которой собирается слизистая жидкость. Другая разновидность *Pseudomonas*, является причиной серьезной формы инфекции, за глубину повреждения плодового тела названной Бактериальной Ямой.

Pseudomonas загрязняет агар и зерновые культуры, ингибируя рост мицелия. Использование антибиотиков (гентамицина сульфат) и HEPA фильтров предотвращает вспышки этой инфекции. Некоторые ее разновидности заставляют мицелий расти более быстро и обильно. Так же значительное внимание грибоводов сосредоточилось на благотворной роли *Pseudomonas putida* и союзников в покровном слое.

=====

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ПЯТНИСТОСТЬ.

ОБЩИЕ НАЗВАНИЯ: Бактериальная пятнистость, Коричневая пятнистость, Бактериальные ямки

ПАТОГЕН: *Pseudomonas fluorescens*

ДРУГИЕ НАЗВАНИЯ: *Pseudomonas tolaasii*, *Phytophthora tolaasii*, *Bacterium tolaasii*

Болезнь «Бактериальная пятнистость» может быть эндемиком грибных ферм, уничтожающей качество грибов и убивающей потенциальный урожай. Заболевание наиболее вероятно там, где вода попадает на поверхность грибов. На шампиньонных фермах – где не проводится подсушивание грибов после полива.

Pseudomonas fluorescens, патоген, который вызывает повреждение грибной ткани. Пятна первоначально имеют бледно желтый цвет, который позже становятся золотого или насыщенным шоколадно коричневым. Это обесцвечивание имеет поверхностный характер, глубиной не более чем 2 - 3 мм. Основная же грибная ткань может быть насыщенной водой и иметь серый или желто-серый цвет. Пятна обычно появляются, когда грибы находятся в ранней стадии развития, но могут появиться на грибах любого возраста - даже на собранных или охлажденных грибах или грибах, обернутых паронепроницаемыми пленками.



Если повышенная влажность воздуха способствует распространению болезни, пятна увеличиваются, сливаются, иногда покрывая всю грибную шляпку. (Смотри фото.) Грибные ножки также могут поражаться заболеванием.

Как правило, первые пятна начинают проявляться в местах соприкосновения грибных шляпок, в щелях между грибными срезками, везде, где поверхность грибов остается увлажненной хотя бы в течение 4 – 6 часов после попадания воды. Если условия подсушивания созданы после развития крупных пятен поражения – грибная шляпка может раскалываться вследствие роста гриба.

Местная пыль (а для шампиньона и покровная почва) - первичные средства введения патогенна в камеру культивирования. Этот патоген вероятно присутствует на большинстве грибных ферм. Возникновение болезни связано с количеством бактерий на грибной шляпке, что возможно объясняет, почему возникновению болезни должно предшествовать длительное (несколько часов) ее увлажнение. Как только болезнь проявилась, вызывающие пятна патогены распространяются поливами; инструментами, используемые сборщиками; одеждой и руками сборщиков; грибными мухами и нематодами.

Бактериальная пятнистость может развиваться на внешней поверхности гриба - на шляпке, на ножке или на том и другом. Бактерии, находящиеся на грибной поверхности размножаются в сырых условиях. Например, когда влага конденсируется на поверхности гриба и не испаряется в течение нескольких часов. Конденсат на шляпке образуется при увлажнении воздуха паром, когда температура поверхности гриба ниже точки росы воздуха в камере выращивания. Небольшие колебания, в несколько градусов, температуры воздуха, например, во время сбора грибов могут создать условия конденсации влаги на грибах, хотя абсолютное содержание воды в воздухе культивационного помещения остается постоянным.

Влагоемкость теплого воздуха выше, нежели холодного. При увеличении температуры относительная влажность воздуха понижается, при понижении температуры – повышается. Для заболевания «Бактериальная пятнистость», развитие которого столь сильно зависит от влажности поверхности гриба, контроль патогена в первую очередь заключается в исключении условий увлажнения плодовых тел. Т.е. воздушное подсушивание с компенсацией той влаги, которую испаряют сами грибы. Это можно осуществить, подавая в камеру более сухой воздух или несколько подняв температуру воздуха в камере без изменения его влажности. И поверхность грибов подсохнет. Эти меры требуют дополнительных затрат энергии, но они необходимы.

Добавление гипохлорита натрия (150 ppm активного хлора) к воде, используемой для полива, исключит перенос инфекции с этой водой. Но если гриб остается влажным, хлор дает небольшой эффект, так как бактериальное население воспроизводится именно на поверхности влажного гриба. Это помогает объяснить, почему гипохлорит натрия иногда оказывается очень эффективным, а в других случаях не оказывает вообще никакого эффекта.



Cultivation of

Oyster Mushrooms



PENNSTATE



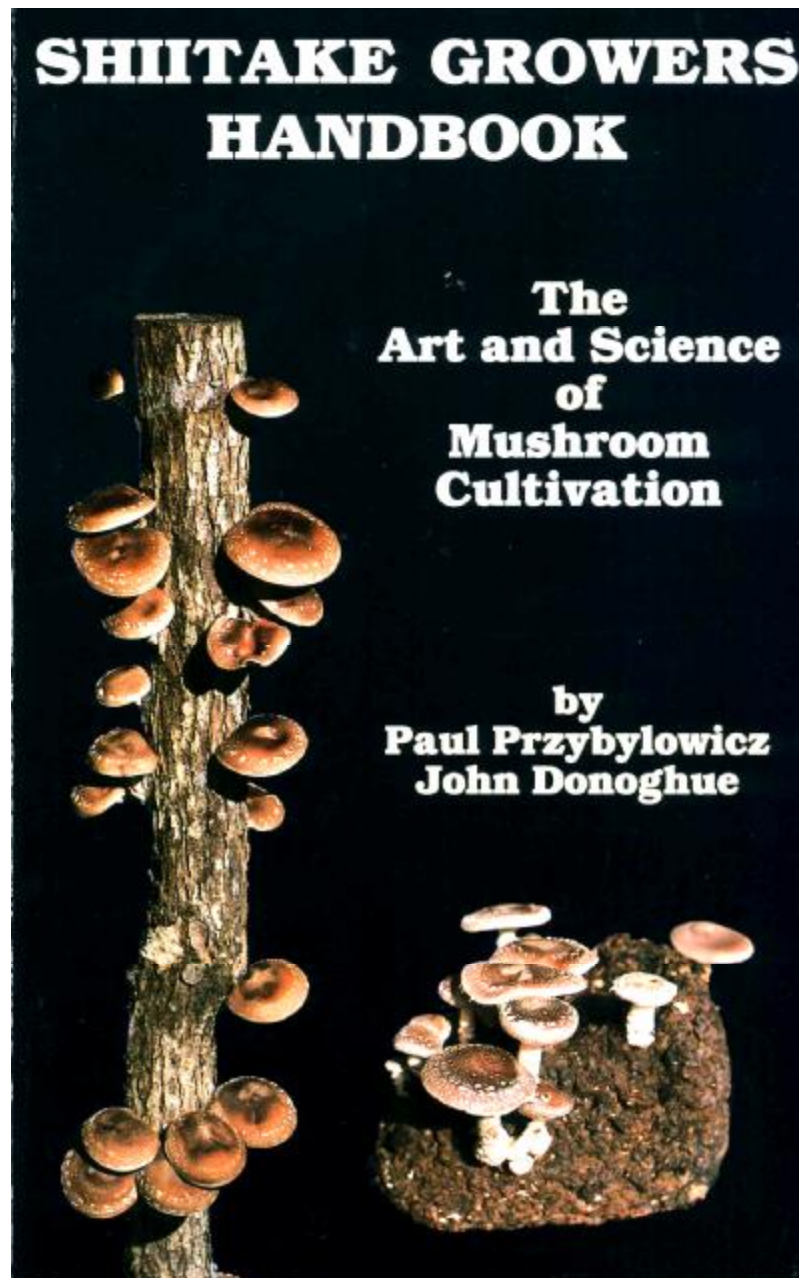
College of Agricultural Sciences
Agricultural Research and Cooperative Extension

Бактерии.

Самая частая бактериальная проблема, с которой сталкиваются производители вешенки - *Pseudomonas tolaasii*. Это - та же самая бактерия, которая вызывает бактериальную пятнистость *A. bisporus*. Симптомы заболевания: падение урожайности; пятнистое оранжевое обесцвечивание плодовых тел; нарушение внешнего вида грибов. (Иллюстрация 9). Срок годности пораженных грибов уменьшается. Постоянная и высокая Rh, недостаточное воздушное движение, перегревание субстрата (выше 35 °C), чрезмерная влажность субстрата, и, особенно (!), мокрая поверхность грибов может усилить *P. tolaasii* инфекцию. Понижение Rh, и обработка поверхности субстратных блоков между волнами плодоношения 0.2 % раствором хлорсодержащего отбеливателя могут помочь сдержать инфекцию.

Рис. 9





Бактериозы.

Бактериозы — редкая проблема при культивировании *Shiitake* на древесных обрубках. Однако, болезнь пожелтения (коричневых) плодовых тел, вызываемая *Pseudomonas fluorescens*, в теплых условиях может стать серьезной проблемой. Пораженные грибы становятся коричневыми снизу доверху. Эти бактерии могут быть причиной, как аномального развития плодовых тел, так и их абортирования. Исследователи в Японии нашли, что обработка древесных обрубков аэрозолем s-octylisothiouonium хлорида обеспечивает эффективный контроль заболевания.

Множество бактерий вызывает мягкую гниль грибов во время хранения. Высокая относительная влажность воздуха, высокая температура, увлажненные грибы и плохая вентиляция благоприятствуют этим бактериям. Они могут быстро превратить шиитаке в непривлекательную слизь.

Риккетсии — микроорганизмы, подобные бактериям. Было обнаружено, что сильно деформированные грибы с неразвитыми шляпками были буквально наполнены маленькими бактериообразными организмами, подобными риккетсиям. Однако не было никаких прямых улик, что именно эти микроорганизмы вызывали описанные искажения.



UNITED NATIONS - NATIONS UNIES

ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR ASIA AND THE
PACIFIC

ASIAN AND PACIFIC CENTRE FOR AGRICULTURAL ENGINEERING AND
MACHINERY (APCAEM)

A-7/F, CHINA INTERNATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY CONVENTION CENTRE
No. 12, YUMIN ROAD, CHAOYANG DISTRICT, BEIJING 100029, P.R. CHINA

Training Manual on Mushroom Cultivation Technology



Tel: (86 10) 8225 3581/3580/3578/3793 • Fax: (86 10) 8225 3584 • Email: info@unapcaem.org
Website: www.unapcaem.org

3.2 Болезни грибов

Грибы, как и любые культивируемые сельскохозяйственные культуры, являются объектом атак патогенов и вредителей. Грибные заболевания могут вызываться как простейшими грибами (плесневыми), так и бактериями. Существует четыре основных плесневых заболевания, в особенности это относится к культивируемому шампиньону *Agaricus bisporus*. Эти заболевания:

«Сухая гниль» вызываемая *Verticillium fungicola*.

На самых ранних стадиях инфицирования на грибных шляпках можно заметить коричневые пятнышки. На этой стадии заболевание можно перепутать с коричневой пятнистостью, вызываемой бактериями. Однако в случае сухой гнили, если инфицированные грибы продолжают оставаться во влажной камере, бело седой мицелий патогена разовьется на шляпке инфицированного гриба из коричневых пятен.

Контроль:

Наиболее благоприятные для роста *Verticillium* условия – высокая относительная влажность воздуха и высокая температура. Т.е. условия в камерах выращивания. Поэтому, при эффективном климатическом контроле, должно было бы уменьшать относительную влажность воздуха и температуру в камерах выращивания при проявлении этого заболевания. Снижение относительной влажности с 90 – 95 % до 80 – 85 % и температуры до 14 °C может помочь локализовать заболевание.

Контроль заболевания зависит также от гигиенических мероприятий: немедленное удаление за пределы предприятия отработанного компоста; уничтожение больных грибов; дезинфекция инфицированных помещений, стеллажей. Если в качестве покровного материала используется почва, ее необходимо пастеризовать при 60 °C в течение полчаса проточным паром.

«Мокрая гниль» (Микогон) вызываемая *Mycogone perniciosa*.

Инфицирование грибных тел приводит к образованию уродливых шляпок и ножек грибов. Поверхность пораженных грибных тел покрывается белым войлочным пушком мицелия патогена. Бесформенные ткани шляпки и ножки отмирают, покрываются влажной гнилью с каплями коричневой жидкости. Название «мокрая гниль» является следствием неприятного запаха бесформенных мокрых тканей инфицированных грибов.

КОНТРОЛЬ:

Дезинфекция покровных материалов; или стерилизация почвы проточным паром, если почва входит в состав покровного материала, могут помочь контролировать заболевание. Необходимо обеспечить защиту растущих плодовых тел в период сбора урожая. Очень важно уделить особое внимание гигиене: уничтожение обрезков плодовых тел и больных грибов; уборка культивационных помещений с дезинфекцией пола и стен после работ по сбору грибов; ежедневная дезинфекция инструментов, оборотной тары, спецодежды. Паровая дезинфекция камеры выращивания после окончания плодоношения при 70 °С в течение 12 часов.

«Милдью» вызываемая *Cladobotrym sp.*

Это заболевание характеризуется ватообразным ростом патогена на плодовых телах грибов, распространяется по поверхности покровной почвы от гриба к соседнему грибу. Седовато-белый мицелий патогена может полностью окутать плодовое тело гриба. Зараженные грибы умирают, превращаясь в мягкую влажную гниль.

КОНТРОЛЬ:

Контролировать заболевание возможно строгим соблюдением гигиенических мероприятий и дезинфекцией покровных материалов.

Заболевание вызываемое *Aphanocladium album*.

На инфицированных грибах развиваются инфицированные пятна, которые в условиях высокой относительной влажности, покрываются седовато – белым мицелием патогена. Пластины гименофора плодового тела гриба обычно так же поражаются этим патогеном.

КОНТРОЛЬ:

Дезинфекция покровных материалов, кажется, контролирует заболевание. Управление климатическими параметрами камер выращивания те же, что и при проявлениях сухой и мокрой гнилей.

В дополнение - три наиболее важных бактериальных заболевания культивируемых грибов...

Коричневая пятнистость вызываемая *Pseudomonas tolaasii*.

Болезнь вызывает коричневые, немного затонувшие пятна на развивающихся плодовых телах грибов. Она затрагивает только поверхностные слои гриба, в серьезных случаях, коричневые полосы развиваются и на ножке. Пятна на шляпке могут, иногда, быть желтоватого цвета с переходом к бледно – коричневому.

КОНТРОЛЬ:

Развитие болезни можно замедлить, управляя климатическими параметрами. Так как патоген может распространиться с каплями воды, поверхности грибов должны поддерживаться относительно сухими. Если поверхность грибов после увлажнения подсушить не более чем за 1 – 2 часа, инфицирование не происходит. Такое подсушивание в условиях высокой относительной влажности воздуха можно осуществить: если поддерживать температуру постоянной без никаких колебаний; если есть циркуляция воздуха по плодовым телам. Поэтому необходимо тщательно управлять температурой воздуха, поступающего в культивационное помещение.

Мумификация вызываемая *Pseudomonas sp.*

Ножка больных грибов изогнута, шляпка наклонена. Часто есть плотное разрастание мицелия вокруг комля ножки на поверхности покровного слоя. Зараженные грибы остаются как бы неповрежденными в течение относительно длительного времени, после которого в них происходит развитие вторичных бактериальных инфекций. Грибы часто не развиваются, не в состоянии созреть, и остаются в стадии «технической зрелости». «Мумифицируются».

КОНТРОЛЬ:

Строжайшая гигиена – лучшее профилактическое средство. Дезинфекция покровной почвы может помочь уменьшить инфекцию.

Болезнь гименофора вызываемая *Pseudomonas agarici*.

Болезнетворный микроорганизм повреждает ткани гименофора зрелого плодового тела гриба. Повреждения ограничиваются только гименофором. Темно-коричневые, круглые пятна появляются на нижней части и на «лезвиях» пластинок. На поверхности пластинок в центре каждого пятна может показаться кремово серая капелюшка. Если бактериальное поражение сильное – капелюшки сливаются в длинные слизистые полосы, которые искривляют и разрушают гименофора.

КОНТРОЛЬ:

Дезинфекция покровного материала может сдержать распространение заболевания.



ИНТЕНСИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ШАМПИНЬОНОВ. Ц. РАНЧЕВА

ГРИБОВОДСТВО И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Современные технологии производства сельскохозяйственной или промышленной продукции уже работают по закрытому производственному циклу, без отходов, загрязняющих окружающую среду, в самом широком смысле слова.

Производство шампиньонов тоже может быть источником загрязнения окружающей среды. Например, при транспортировке соломы и органических удобрений в открытых грузовых машинах засоряются дороги; сток навозной жижи с компостных площадок в поливные системы или водоносные слои загрязняет почву или водоисточники; развившиеся навозные и домашние мухи на компостных площадках и, выделяемые навозом запахи, загрязняют воздух близлежащих населенных пунктов и т.д. Не случайно современные технологии компостирования предусматривают при строительстве площадок для компостирования их пространственную изоляцию от населенных пунктов; строительство бетонных площадок и навесов, устройств канализации и резервуаров для повторного использования навозной жижи; проведение борьбы с мухами; ограждение площадок для компостирования.

Загрязнять окружающую среду может также уже использованный субстрат, если его выбрасывают в ямы, реки и овраги и т. д., а также использованные мешки из полимерной пленки, которые не гниют. Если отработанный субстрат не используют, то его следует отвезти на свалку. Мешки из полимерной пленки необходимо собирать и сжигать. Отработанный субстрат может быть и источником инфекции при выращивании грибов как в примитивных, так и в интенсифицированных шампиньонницах. В современных шампиньонницах после каждого оборота культуры отработанный субстрат дезинфицируют, нагревая его чаще всего паром до температуры 72 °С в течение 10—12 ч. Для экономии энергии разработан метод, при котором дезинфекцию паром комбинируют с обработкой формальдегидом, который сохраняет активность и при высокой температуре. Пропаривание, комбинированное с окуливанием, прекращают, как только максимальная температура достигает 72 °С. После охлаждения субстрат без опасения можно вынести из шампиньонницы.

Совершенно по-другому поступают на небольших предприятиях по производству шампиньонов, где отработанный субстрат выбрасывают из шампиньонниц, не продезинфицировав его. Он высыхает и становится источником инфекции. Особенно опасны споры паразитирующей желтой плесени рода *Мицелиофтора* и споры больных вирусами шампиньонов.

Чтобы уменьшить опасность заражения культуры при ее следующем обороте, грибоводам нужно соблюдать правила гигиены:

- осуществлять транспортировку исходных материалов для субстрата в закрытых грузовых автомобилях;

- правильно проводить компостирование, включая пастеризацию субстрата;
- быстро выгружать субстрат из термической камеры и без задержки проводить посадку мицелия;
- проводить постоянную борьбу с вредителями шампиньонов;
- остатки от ножек и поврежденных плодовых тел следует закапывать в яму или выбрасывать на городскую свалку;
- проводить обильный полив субстрата перед тем, как вынести мешки из шампиньонницы, а если есть опасность инфекции, то в воде для полива следует растворить какой-либо препарат (медный купорос, хлорную известь, формалин);
- субстрат транспортировать только в мешках;
- проводить уборку шампиньонницы и территории возле нее;
- обязательно мыть стены, потолок и пол шампиньонницы; если есть стеллажи, то их следует очищать проволочной щеткой и мыть;
- проводить дезинфекцию шампиньонницы формальдегидом; 142
- побелку стен и потолков осуществляют раствором свежегашеной извести и медного купороса; металлические стеллажи медным купоросом не обрабатывают; если они заржавели, то ржавчину удаляют проволочной щеткой и окрашивают стеллажи масляной краской
- основную дезинфекцию земляных полов в шампиньоннице проводят 1—3 %-ным раствором каустической соды.

БОЛЕЗНИ И ВРЕДИТЕЛИ ШАМПИНЬОНОВ

БОЛЕЗНИ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В СУБСТРАТЕ

Бурая гипсовка. Вызывается грибом бурой плесени *RAPULASPORA BYSSINA* Hotson. Причины болезни - нездоровый или сырой субстрат, наличие свободного аммиака в нем. Следовательно, болезнь возникает вследствие неправильного компостирования. Возбудитель болезни использует те же питательные вещества, что и шампиньон, и поэтому его относят к грибам-соотрапезникам.

На поверхности субстрата, еще не засыпанного покровным материалом, а также на слое покровного материала появляются белые пятна неправильной формы. Растертый пальцами мицелий возбудителя выделяет характерный сладковатый запах. Через несколько дней пятна, начиная от середины, постепенно темнеют (рис. 62). Это свидетельствует о начале спорообразования. Споры гипсовки приобретают коричнево-кофейную окраску. Вскоре белые пятна исчезают, а бурые споры становятся незаметными.

Меры борьбы. Правильное компостирование и пастеризация.

Плесень мучнистая (белая гипсовка). Появляется на поверхности субстрата через несколько дней после его загрузки в шампиньонницу.

Рис. 62. Бурная или коричневая гипсовка



Причины ее появления — повышенная влажность субстрата и воздуха, а также недостаточная вентиляция.

Меры борьбы. Надлежащая вентиляция; опыление поверхности субстрата гипсом.

Зеленая плесень (*СНАЕТОМИУМ* sp.). Эта болезнь шампиньонов часто встречается при выращивании их в больших современных помещениях. Болезнь вызывают различные виды грибов из рода *СНАЕТОМИУМ* (рис. 63). Они широко распространены в природе, попадают в субстрат вместе с исходными материалами для него и вместе с другими микроорганизмами и плеснями участвуют в процессе ферментации. Так как возбудитель является термофильным микроорганизмом, он не погибает при пастеризации и выносит более высокую температуру (65 °C и выше). Если в перегретом субстрате погибают остальные микроорганизмы, *СНАЕТОМИУМ* остается без конкурентов и развивается быстро и в большом количестве. Мицелий этого плесневого гриба состоит из тонких паутинистых гиф, которые быстро поражают субстрат и придают ему особый запах погреба, в котором появилась плесень. В таком субстрате мицелий шампиньона не находит необходимых для него питательных веществ и чаще всего погибает, а *СНАЕТОМИУМ* начинает спорообразование. На соломинках субстрата появляются небольшие (1—2 мм) бутончики от светло-зеленого до оливково-зеленого, а позже — даже черноватого цвета. Это спорангии (перитеции) гриба, наполненные окрашенными в зеленый цвет спорами. Имеются разновидности *СНАЕТОМИУМ* с белыми или бежевыми спорангиями. Остаточный аммиак в субстрате, а также сильное насыщение его углекислотой в период термической обработки из-за недостаточного притока свежего воздуха стимулируют развитие этого гриба. Неравномерное перемешивание куриного помета в исходной смеси также создает условия для сильного развития зеленой плесени.

Меры борьбы. Они носят лишь профилактический характер и состоят прежде всего в соответствующей дозировке исходных материалов для субстрата и правильном компостировании. Процесс пастеризации нужно тщательно контролировать, чтобы не допустить перегрева, реаммонификации и чрезмерного насыщения массы субстрата углекислотой.

Иногда все же можно получить невысокий урожай, если пораженный болезнью субстрат перетрясти и посадить мицелий второй раз. Перед перебивкой субстрат можно посыпать суперфосфатом (порошок).



Рис. 63. Зеленая плесень (*CHAETOMIUM* spp.) (А). Сильно увеличенная соломина субстрата, пораженная зеленой плесенью (Б) (по Федеру)

Буряя плесень (*BOTRYTIS CRYSTALLINA* Sac). Возбудитель этой болезни - плесневый сапрофитный гриб *BOTRYTIS CRYSTALLINA* Sacc. Поражение этим грибом свидетельствует о том, что субстрат недостаточно селективен. Плесень появляется на субстрате как еще до насыпки покровного материала, так и после его насыпки. Сначала плесень выглядит пушистой и белесой, но вскоре превращается в пыльный коричнево-сизый налет без четких контуров. При похлопывании рукой или поливе из пятен поднимается пыль, или, как говорят грибоводы, плесень "дымит". Плесень исчезает после того, как мицелий шампиньона прорастет в слой покровного материала.

Меры борьбы. Прямых средств борьбы нет. В целях профилактики покровный материал обрабатывается фундазолом, что значительно снижает распространение этой болезни. Компостирование нельзя проводить на земляных площадках.

Желтая плесень (*MYCELIOPHTHORA LUTEA* Cost.). Болезнь вызывает паразитный плесневый гриб *MYCELIOPHTHORA LUTEA*, синоним *CHRYSTOPORIUM LUTEUM* (Cost.) Garm. Это - одна из самых опасных болезней шампиньонов. Возбудитель ее встречается в природе, где он паразитирует на дикорастущем мицелии различных грибов. Развивается в субстрате лишь в присутствии шампиньонного мицелия. Образует беловатый мицелий чаще всего на границе между субстратом и покровным

материалом. Вскоре после этого начинается спорообразование, и пораженные места приобретают ярко-желтую окраску. Субстрат имеет запах карбида или окиси меди. Закладка плодовых тел у шампиньона резко сокращается. Споры этого гриба устойчивы к высокой температуре, и многие из них при пастеризации не погибают. Они переносятся с почвой, с зараженным субстратом, через инструменты и руки людей.

Меры борьбы. Прямых средств борьбы пока нет. Как профилактическая мера рекомендуется соблюдение санитарных требований и проведение правильного компостирования. При заражении территорию вокруг шампиньонницы опрыскивают 4 %-ным раствором формалина один раз в неделю, а бурты после каждой перебивки опрыскивают 1 %-ным раствором медного купороса. Зараженный субстрат в мешках обрабатывают 1 %-ным раствором медного купороса и отвозят на свалку, исключая распыление по дороге. Такой субстрат не рекомендуется использовать в качестве органического удобрения вблизи шампиньонницы.

В современных шампиньонницах дезинфекция производственных помещений включает обработку паром при температуре 72 °С в течение 12 ч после каждого оборота культуры перед выгрузкой субстрата.



Рис. 64. Желтая

Желтая плесень-конфетти. Болезнь вызывает другой вид плесневого гриба (*MYCELIOPHTHORA* sp.). В субстрате развивается белесый мицелий, который постепенно образует разбросанные пятна диаметром от 5 — 6 до 20 мм, сначала белого, а позже от желтовато-белого до коричневого цвета, иногда с плотной грибной тканью в середине. Развивается одновременно с шампиньонным мицелием и постепенно начинает преобладать над ним.

Пятна отчетливо видны через мешок из полимерной пленки. Если возникает сомнение, является ли пятно шампиньонным мицелием или мицелием гриба-паразита, то субстрат из мешка высыпают на полимерную пленку или бумагу, разделяют на горизонтальные слои и рассматривают при дневном свете. Плесень отличается по цвету от мицелия шампиньона, который имеет серовато-серебристую окраску (рис. 64). С развитием болезни изменяется и характер плодоношения шампиньона. Рост плодовых тел подавляется, а вскоре после этого плодообразование сильно снижается или совсем прекращается.

Наиболее сильное развитие плесени отмечается приблизительно на 50—60-й день после посадки мицелия или приблизительно на 25—30-й день после начала плодоношения. Следовательно, убытки, причиняемые этой болезнью, будут тем большими, чем позже наступает плодоношение в шампиньоннице.

Данные лабораторных исследований свидетельствуют, что споры этого плесневого гриба погибают при температуре 60 °С. Это подтверждает и наша практика.

Желтая плесень-конфетти — очень распространенная в Болгарии болезнь шампиньонов. Она встречается во всех округах, производящих грибы. Болезнь чаще всего распространяется через субстрат. В Русенском округе плесень наблюдается и на лёссовых почвах. В Болгарии в условиях мелкого грибоводства инфекция попадает в субстрат чаще всего во время его выгрузки из камеры. Посадку мицелия обычно производят на открытой площадке перед камерой. За исключением дождливых дней и снежной зимы, площадка засыпается пылью, приносимой ветром. Вместе с пылью на субстрат попадают и споры плесневых грибов, принесенные ветром из соседних шампиньонниц или кучи отработанного субстрата. Заражается и покровный материал, неосторожно сваленный в кучу на тротуарах, дворах и в других местах, подвергающихся запылению. Споры плесневых грибов разносятся также человеком (на обуви, одежде и инструментах), грибными мухами, клещами, мышами и др. Источником инфекции являются и ножки плодовых тел, или, точнее, прилипшие к ним частицы покровного материала.

Меры борьбы. Прежде всего, необходимо соблюдать санитарные требования в шампиньоннице и на прилегающей территории. Нельзя осуществлять компостирование на земляных площадках. Обязательно следует проводить правильную термическую обработку субстрата, включая пастеризацию при температуре 60 °С в течение 8—12 ч. Использование мешков из полимерной пленки как производственных емкостей улучшает гигиенические условия при выращивании грибов и снижает опасность распространения инфекции при освобождении шампиньонниц. Все мероприятия, которые ускоряют плодоношение (подготовка селективного субстрата, перемешивание мицелия с массой пастеризованного субстрата при посеве, быстрое проращивание мицелия при оптимальных условиях, ранняя насыпка слоя покровного материала и др.), удлиняют период плодоношения и снижают потери урожая.

Если в шампиньонницу занесена плесень, очень важно обрезки от ножек и прилипший к ним покровный материал не разбрасывать возле нее, а собирать в мешки из полимерной пленки и высыпать в специальную яму. Каждый день отходы нужно поливать раствором медного купороса. Заполненную яму необходимо засыпать землей. Помещение для упаковки шампиньонов следует ежедневно мыть и дезинфицировать раствором медного купороса. Вентиляционные отверстия необходимо закрывать сетками. В каждой шампиньоннице необходимо иметь отдельную рабочую одежду, после каждой операции мыть руки с мылом, обувь при входе и выходе из шампиньонницы дезинфицировать в ящике с раствором медного купороса.

Проходы в шампиньоннице и около нее следует еженедельно опрыскивать 1 %-ным раствором медного купороса.

Перед удалением из помещения использованный субстрат в мешках необходимо обрабатывать раствором медного купороса и вывозить его на свалку мусора. Использовать такой субстрат как органическое удобрение можно только на участках, где нет шампиньонниц.

Борьба с этой опасной болезнью требует высокого мастерства каждого грибовода и совместных усилий грибоводов одного и того же селения или округа, в котором выращивают грибы.

В современных шампиньонницах основную дезинфекцию проводят путем пропаривания производственных помещений вместе с субстратом.

Желто-зеленые плесени. Поражение субстрата желто-зелеными плеснями в примитивных шампиньонницах происходит часто. Грибы на грядках выглядят слабыми, приобретают серый цвет, а шампиньонный мицелий в субстрате постепенно отмирает. На его месте развиваются плесневые грибы с белесым мицелием и желто-зелеными спорами, равномерно рассыпанными по субстрату. Он кажется вязким и издает характерный запах плесени. Болезнь вызывается несколькими различными плесневыми грибами, которые встречаются одновременно и с трудом изолируются. Желто-зеленые плесени широко распространены в природе. Доставленные с исходным материалом для приготовления субстрата, они вместе с остальными микроорганизмами участвуют в процессе компостирования. Благоприятные условия для их развития в субстрате создаются в анаэробных ядрах при температуре около 45 °С.

При качественной пастеризации субстрата плесень полностью погибает или в значительной степени подавляется ее развитие. Если субстрат плохого качества и пастеризация проведена недостаточно хорошо, плесени очень рано поражают мицелий шампиньона. Иногда и в доброкачественный готовый субстрат может проникнуть инфекция. Чаще всего источником инфекции является отработанный и зараженный субстрат, разбросанный около шампиньонницы или на площадке для компостирования. С помощью ветра и пыли, через инструменты и обувь персонала споры желто-зеленых плесеней попадают в свежий субстрат. Эта сравнительно поздняя инфекция создает незначительную, но все же реальную опасность для урожая шампиньона. Подобно желтой плесени-конфетти, желто-зеленые плесени в субстрате сокращают период плодоношения шампиньона и сильно снижают урожай.

Меры борьбы. Четкое выполнение основных требований гигиены на компостной площадке в шампиньоннице и около нее. Не рекомендуется использовать старый (долго хранившийся) птичий помет. Правильное компостирование с надлежащим размещением зон в бурте и внедрение термической обработки субстрата. Увлажнение субстрата в день удаления его из шампиньонницы. Не проводить очистку шампиньонницы в ветреные дни. Вывозить отработанный субстрат в мешках подальше от шампиньонницы в закрытых брезентом грузовых машинах. Выбрасывать и сжигать старые стеллажные конструкции вдали от шампиньонниц. Мыть и многократно дезинфицировать шампиньонницу фунгицидами.

Карминная плесень. Болезнь вызывается плесневым грибом *SPORENDOMENA PURPURESCENS* Bon. Впервые болгарские грибоводы встретились с этой болезнью после внедрения термической обработки субстрата. Болезнь появляется в период плодоношения в виде низких белых пуховичков или покрова из мицелия между комками и по комочкам покровного материала. Вскоре слой покровного материала густо пронизывается этим мицелием плесени, он не впитывает воду при поливах, плодообразование шампиньона снижается и вскоре прекращается. В это время белый мицелий желтеет, а несколько позднее становится вишнево-красным, что свидетельствует о том, что плесневой грибок начал спорообразование.

Наблюдения за границей и в Болгарии показывают, что этот грибок развивается на богатом азотом субстрате, который даже после термической обработки содержит азотистые вещества, непригодные для шампиньона, т.е. субстрат не является селективным. Развитие гриба усиливается, если в течение 2—3 недель после посадки мицелия в представляющем опасность субстрате поддерживается низкая температура (от 10 до 18 °С), замедляющая прорастание шампиньонного мицелия.

Меры борьбы. Прямые меры борьбы неизвестны. Следует избегать приготовления тяжелого, переувлажненного и перенасыщенного азотом субстрата, особенно при внесении минеральных азотистых добавок. Термическая обработка субстрата должна проводиться при достаточном и непрерывном притоке свежего воздуха до полного его освобождения от аммиака. Температуру в субстрате в период от посадки мицелия до периода начала плодообразования необходимо поддерживать в оптимальных границах.

Трюфельная болезнь (ложный трюфель). Эта болезнь редко наблюдается у двуспорового шампиньона, но она весьма обычна для шампиньона двукольцевого. Болгарские грибоводы встретились с нею еще во время первых попыток внедрения нового вида культивируемого шампиньона.

Болезнь вызывает грибок *DIEHLIOMYCES MICROSPORUS* (Diehl and Lamb.) Gil. Он обитает в почве и попадает в субстрат, если компостирование проводят на земляной площадке. Высокая температура в субстрате после загрузки его в шампиньонницу стимулирует развитие мицелия ложного трюфеля, который сначала незаметен. Однако постепенно мицелий шампиньона погибает, плодоношение прекращается, субстрат становится вязким и в нем появляются толстые нити мицелия — ризоморфы, которые идут к слою покровного материала, стенкам мешка или к доскам стеллажей (рис. 65). Вскоре на этих ризоморфах образуются мелкие тельца гриба (диаметром 5-10 мм), которые по форме напоминают мозг телят. Это плодовые тела гриба. Сначала они бывают желтовато-белыми и более плотными; постепенно темнеют и исчезают. Однако их ткань распадается на тысячи спор, которые поражают новые партии субстрата. Споры этого гриба способны выдерживать тепловую обработку, проводимую при пастеризации субстрата.



Рис. 65.

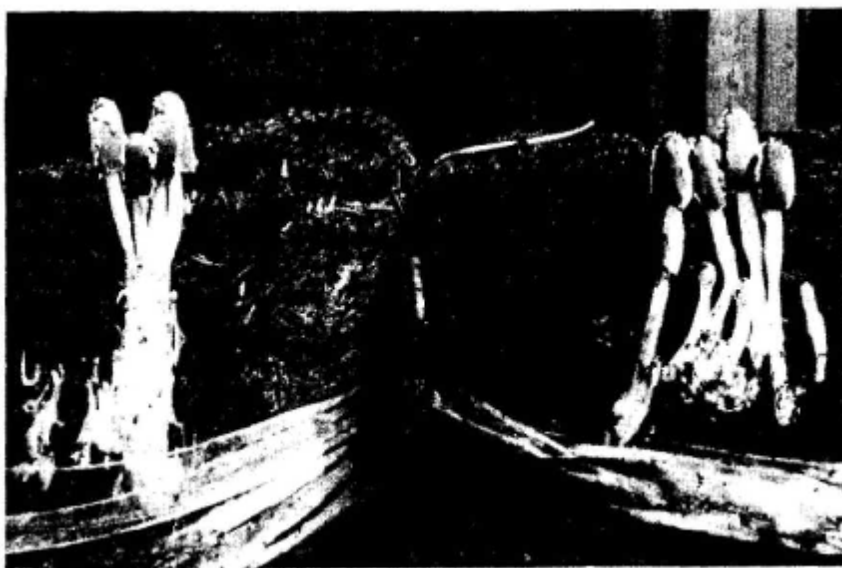


Рис. 66. Чернильные грибы

Меры борьбы. Не проводить компостирование на земляной площадке. В буртах обеспечивать развитие высокой температуры. Перемешивать компостные зоны. После каждой перебивки бурты опрыскивать 1 %-ным раствором медного купороса. Проводить качественную термическую обработку покровного слоя. Зараженный субстрат выбрасывать на свалку, не допуская при транспортировке потерь частиц субстрата в районе площадки для компостирования.

Сорные грибы. В крупных шампиньонницах встречается в основном чернильный гриб (*COPRINUS* spp.). Развитию гриба способствуют переувлажнение субстрата и наличие в нем свободного аммиака.

Меры борьбы. Прямые меры борьбы неизвестны. Рекомендуется ежедневно собирать и уничтожать чернильные грибы, чтобы не пачкались мешки (рис. 66). Через некоторое время чернильные грибы перестают появляться. Однако, поскольку они использовали часть питательных веществ, предназначенных для шампиньона, урожай может быть заметно снижен.

БОЛЕЗНИ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ

Основные и широко распространенные в развитых странах— производителях грибов болезни шампиньонов - сухая (вертициллез) и белая гниль (микогон) - в Болгарии встречаются редко (рис. 67).

Источником заражения шампиньонов этими двумя грибными болезнями является почва, поэтому следует воздерживаться от ее использования в качестве покровного материала.

В Болгарии наиболее часто в небольших шампиньонницах наблюдаются паутинистая плесень, мумификация плодовых тел и вирусные заболевания. В некоторых шампиньонницах развиваются вредные бактерии как на завязях, так и на оформленных плодовых телах. Иногда встречаются и физиологические аномалии. Каждый грибовод должен уметь распознавать признаки этих болезней, чтобы можно было принять срочные меры по ограничению их распространения.

Физиологическое увядание молодых плодовых тел. Часто после сбора урожая некоторые молодые завязи прекращают рост, темнеют, становятся мягкими и засыхают. Причиной этого явления обычно является разрыв гиф, которые должны питать плодовые тела. Молодые завязи могут погибнуть и от неосторожного полива сильной струей воды, температура которой ниже 12 °С или выше 25 °С. Такой же эффект оказывает теплый и сухой воздух, а также потоки холодного воздуха. Молодые завязи могут погибнуть и при неосторожном применении препаратов по защите растений.

Меры борьбы. Следует строго соблюдать правила общей производственной гигиены.

Физиологические деформации плодовых тел. Высокая концентрация углекислоты в воздухе над слоем покровного материала (выше 0,2%) приводит к сильному удлинению ножек плодовых тел. Поэтому следует регулярно проветривать шампиньонницу.



Рис. 67. Плодовое тело шампиньона, пораженное одновременно сухой (СЛЕВА) и белой (СПРАВА) гнилью (по Ричардсу)

Потоки сухого воздуха вызывают образование трещин на коже плодовых тел шампиньона, а дым из печей — **разрывы ткани и деформацию** до полной потери плодовыми телами характерной формы (см. рис. 51).

Высокая концентрация инсектицидов, применяемых в шампиньоннице, вызывает **характерные ребристые утолщения** у основания ножек.

■ ■ ■

Иногда в шампиньоннице встречаются грибы без покрывала или пластинок — явление, свидетельствующее о начавшемся процессе вырождения данного штамма, однако причиной этого явления может быть и высокая температура в шампиньоннице. Сигналом о вырождении штамма может служить также массовое появление очень мелких завязей, которые вообще не растут, но это явление можно связать и с другой физиологической реакцией. Например, если завязи сформировались до того, как субстрат был полностью пронизан мицелием, то может замедлиться рост плодовых тел. Они как будто бы "отдыхают". В примитивных шампиньонницах слой покровного материала легко высыхает, что вызывает необходимость проведения частых поливов, а при поливе погибают мелкие плодовые тела. Они темнеют и на омертвевшей их ткани могут развиваться бактерии или зеленые плесени.

Строма — также физиологическое явление, при котором вследствие высокой температуры воздуха и повышенной влажности при недостаточной вентиляции шампиньонницы на поверхности слоя покровного

материала вместо плодовых тел образуется снежно-белый мицелий или бесформенная грибная ткань (см. рис. 59).

Все эти физиологические аномалии служат показателями, по которым грибовод может судить о своих ошибках при поддержании технологического режима в шампиньоннице. Устранение неблагоприятных факторов возвращает культуру в нормальное состояние, за исключением стромы и вырождения штамма, когда



Рис. 69. "Паутинистая плесень"

в мицелии наступили необратимые изменения и он потерял способность к плодоношению.

Ржавая пятнистость плодовых тел. В плохо вентилируемых шампиньонницах, в которых после полива на плодовых телах в течение длительного времени остаются капли воды, на поверхности шляпок могут появиться слизистые, ярко-коричневые ржавые пятна. Возбудителем этой болезни чаще всего является широко распространенная в природе бактерия *PSEUDOMONAS TOLAASI* Paine (рис. 68). Болезнь распространяется в шампиньонницах водяными брызгами при поливе, переносится грибными мухами, клещами и человеком.

Меры борьбы. Основательная и тщательная вентиляция шампиньонницы после каждого полива. Профилактический полив гряд раствором хлорной извести (жидкий препарат перилен) в концентрации 250 г на 100 л воды (0,5-0,6 % активного хлора в растворе) через каждые

7 — 10 дней в период плодоношения или обработка раствором хлорной извести в концентрации 100-200 г на 100 л воды. Хлорную известь растворяют в воде, поместив ее в мешочек из марли или двойного чулка.

Если бактерии поражают молодые завязи и грибные ризоморфы, оставшиеся после сбора урожая, вся поверхность покровного материала может стать слизистой и плодоношение может прекратиться.

В этом случае рекомендуется полив раствором формалина в концентрации 200 г на 100 л воды; работу проводят в герметичных очках и маске, предохраняющей органы дыхания.

Паутинистая плесень. Вызывается грибом *DACTILUM DENDROIDES* (Bull.) Fr. Это одна из наиболее распространенных и опасных грибных болезней. На плодовых телах образуется сероватая пушистая плесень, в более поздней фазе — с розовым оттенком у основания гиф в форме снопов. Плесень развивается очень быстро, особенно в шампиньонницах, имеющих высокую влажность воздуха, и о ней часто говорят, что она "бежит" по грядам. Пораженные плодовые тела становятся мягкими и водянистыми. Гриб образует большое количество спор, появляются "облака" из спор. Всего за несколько дней вся шампиньонница "загорается" ("краснеет") (рис. 69).

Меры борьбы. Профилактическая обработка покровного материала, особенно из торфяных смесей, беномилом (фундазолом) в дозировке самое меньшее 15 г на 1 м² покровного материала. В шампиньонницах с высокой вероятностью появления этой болезни дозу фундазола можно увеличить до 30 или до 45 г на 1 м² покровного материала. Если кроющий слой не был предварительно обработан, то за грядами (мешками) следует непрерывно наблюдать и при появлении первых очагов (пятен) заболевания — обильно засыпать их поваренной солью. После этого через несколько часов эти пятна вместе с кроющим слоем удаляют и материал закапывают в яму далеко от шампиньонницы. Последнюю обгорают и проветривают. Если болезнь начнет распространяться, то следует провести опрыскивание всей шампиньонницы фундазолом в дозе от 0,5 до 1 г на 1 м² производственной площади.

Мумификация. При поражении шампиньона этой болезнью мицелий в грядках мощно развивается, а плодовые тела в различной степени спелости темнеют, становятся сухими и кожистыми, т.е. мумифицируются. Шляпки некоторых грибов наклоняются в сторону (рис. 70). Вырванные плодовые тела имеют мощные "корни". Болезнь передается главным образом при слиянии грибных гиф мицелия. Установлено, что возбудителем является бактерия *PSEUDOMONAS* spp., которая развивается в гифах (клетках)



Рис. 71. Вирусное

шампиньона. Поэтому предполагается, что она переносится именно с частицами зараженного шампиньонного мицелия. Поскольку болезнь относится к первоначальной инфекции, то высказывается мнение, что она возникает в зонах конденсации под слоем покровного материала, где отдельные гифы шампиньона погибают и легко подвергаются инфицированию бактериями. Однажды проникнув в ослабленные гифы, бактерии в мицелии быстро размножаются.

Меры борьбы. Соблюдение общих гигиенических мероприятий, особенно при удалении старого, зараженного субстрата. При расстановке мешков в шампиньоннице следует предотвращать соприкосновение покровного материала соседних мешков. Периодически проводить профилактические поливы 0,25 %-ным раствором хлорной извести (0,5 — 0,6 % активного хлора в воде). Поливы проводят тщательно, следя за тем, чтобы под покровным слоем не образовывался черный пласт. Предотвращать конденсацию водяных паров на кроющем слое и под ним.

Вирусная болезнь. Все чаще в шампиньонницах Болгарии встречается болезнь, при которой плодовые тела шампиньона очень **мелкие**, ножки водянистые или на продольном разрезе выглядят полосатыми; плодовые тела имеют склонность к раннему разрыву покрывала, иногда ножки остаются укороченными, бочковидной формы (рис. 71). В отдельных случаях некоторые из этих внешних признаков не могут быть характерными для определения болезни, но если одновременно с ними отмечается и сильное снижение урожая, а также постепенное отмирание мицелия в субстрате сначала на ограниченных участках, а позднее - повсюду в мешках или на грядках, то уже с уверенностью можно сказать, что в шампиньоннице появилась вирусная болезнь. На основании лабораторных анализов с использованием электронного микроскопа обнаруживаются в грибной ткани вирусные частицы.

Главным источником инфекции являются споры больных плодовых тел. Так как шампиньон образует большое количество спор, становится понятным, почему вирусная болезнь - одна из самых опасных. Разносимые воздушными течениями, мухами и клещами, обслуживающим персоналом и орудиями труда, зараженные споры проникают во все части шампиньонницы и поражают здоровый мицелий.

Меры борьбы. Соблюдение правил гигиены труда в шампиньоннице. Сбор только закрытых грибов (бутонов). Обработка пораженных гряд концентрированным раствором хлорной извести, медного купороса или формалина. Использование устойчивых штаммов шампиньона, например четырехспорового шампиньона.

ВРЕДИТЕЛИ

Нематоды. Шампиньоны повреждаются микроскопическими червячками, паразитирующими нематодами. В отличие от широко распространенных в природе сапрофитных нематод, которые питаются гниющими веществами, паразитирующие нематоды имеют в передней части тела игловидное приспособление — копьёцо, с помощью которого они прокалывают гифы мицелия шампиньона и высасывают их содержимое. Так как они не могут проколоть более толстые нитевидные и шнуровидные гифы, в поражённых грядах постепенно исчезает паутинистый мицелий. Субстрат становится вязким, приобретает красноватый оттенок, кое-где его пронизывают толстые грибные нити, отмечается неприятный затхлый запах. Нематоды гнездятся и в плодовых телах, которые перестают расти, темнеют и становятся слизистыми, мягкими. Позднее эти плодовые тела представляют среду для развития различных плесневых грибов и бактерий.

Причиняют вред и некоторые сапрофитные нематоды, когда они интенсивно размножаются в субстрате. Выделяя продукты обмена веществ, они нарушают его селективность.

В культивационное помещение нематоды могут попадать вместе с плохо продезинфицированным покровным материалом, землей с площадки, на которой некоторые грибководы проводят компостирование, пылью со двора или улицы, одеждой, обувью и орудиями труда, загрязненной (проточной) водой, которую используют для мытья или полива в шампиньоннице, а также с деревянных стеллажей. Грибные мухи и клещи также переносят нематод, которые прилипают к их телу.

При пастеризации субстрата и покровного материала погибают как взрослые особи, так и их яйца.

Меры борьбы. Компостирование проводить только на бетонной площадке. Если же грибковод готовит субстрат на земляной площадке, то ее следует предварительно увлажнить и продезинфицировать 3 %-ным раствором каустической соды из расчета 2 л/м². Проводить термическую обработку субстрата и дезинфекцию покровного материала. Если появляется необходимость в использовании почвы как составной части покровного материала, то ее следует брать из подпочвенного слоя на глубине 50-60 см. Необходимо соблюдать общие правила производственной и личной гигиены. Проводить дезинфекцию шампиньонницы 3 %-ным раствором каустической соды. Использовать однократно деревянные стеллажи. Проводить борьбу с грибными мухами и комариками.

Грибные комарики и мухи. Грибные (навозные) мухи причиняют шампиньону вред в стадии личинок, которые питаются мицелием или вбуравливаются в плодовые тела. Самыми распространенными являются грибные комарики и мухи - фори́ды (рис. 72).

Сциаридный грибной комарик по сравнению с фори́дой имеет стройное тело и длинные усики. Личинки белые, с черной головкой,

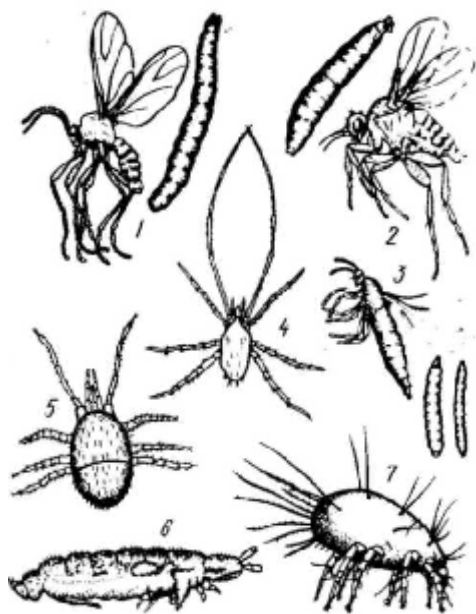


Рис. 72. Некоторые вредители шампиньонов (схема):

1 — сциаридный комарик и его личинка; 2 — фори́дная муха и ее личинка; 3 — цецидный комарик и его личинка; 4, 5 и 7 — клещи; 6 — подура (ногохвостка) (по Ричардсу)

за короткое время размножаются в шампиньоннице в огромном количестве.

Известен еще один вид грибного комарика — цециды, которые встречаются очень редко. Личинки цецид мелкие - длиной 1-2 мм, белёсые или оранжево-желтые. Они пробуравливают в ножках грибов поверхностные каналы и проникают под нераскрывшееся частное покрывало. Иногда наблюдается массовое скопление личинок у основания плодовых тел. Личинки размножаются бесполом путем — личинка-мать распадается на десять-пятнадцать дочерних личинок (рис. 73).

Меры борьбы. Следует соблюдать общие правила гигиены. Правильно компостировать субстрат. Опрыскивать бурты субстрата инсектицидами после каждой перебивки. Подвергать субстрат термической обработке. Опрыскивать или окуривать шампиньонницу инсектицидами главным образом в период от посева мицелия до начала плодообразования. Поддерживать температуру воздуха в шампиньоннице ниже 18 °С.

В борьбе с грибными комариками и мухами используют также различные ловушки, чаще всего световые, или приманки. Световая ловушка представляет собой приспособление, состоящее из лампы, небольшого

вентилятора позади нее и мешочка из марли или другого продуваемого материала, в котором скапливаются привлекаемые светом и засасываемые вентилятором грибные комарики и мухи.

На рисунке 74 представлен изготовляемый в Югославии аппарат для борьбы с мухами и комарами под названием "Инсектомор". Он с помощью своего света привлекает насекомых, которые погибают под действием электрического тока. Погибшие насекомые скапливаются в нижней части прибора; их периодически выбрасывают. Срок эксплуатации этого прибора в шампиньонницах небольшой из-за высокой влажности воздуха.

Приманки готовят из сладкого раствора, в который добавляют инсектициды, затем его наливают в плоские сосуды и расставляют их по соседству с лампами, так как комариков и мух привлекает свет. Приманками

служат также светлые отверстия в шампиньоннице - окна и двери. Поэтому во все сезоны, полезно ежедневно опрыскивать сетки раствором инсектицида. Если применяются химические препараты, всегда необходимо прибегать к помощи специалистов по защите растений, так как следует соблюдать указания по технике безопасности.

Клещи и подуры. В шампиньонницах часто встречаются и другие насекомые, которые питаются как субстратом, так и мицелием шампиньона или пробуравливают плодовые тела. Это клещи и так называемые ногохвостки (подуры). Они переносятся через некачественный субстрат, одежду рабочих, инвентарь и потоки воздуха или самостоятельно перемещаются из шампиньонницы в шампиньонницу. Некоторые из клещей прилипают к комарикам, которые их распространяют. Наличие клещей в шампиньоннице обычно служит показателем того, что пастеризация субстрата была проведена неправильно. Наиболее часто встречается красно-коричневый клещ. Он появляется в очень больших количествах на покровном материале и на плодовых телах в конце периода

плодоношения. Ногохвостки (подуры) — мелкие насекомые длиной 1-2 мм, имеющие цвет от белого до черного. На брюшке у них есть приспособление, с помощью которого они прыгают, как блохи (см. рис. 72).

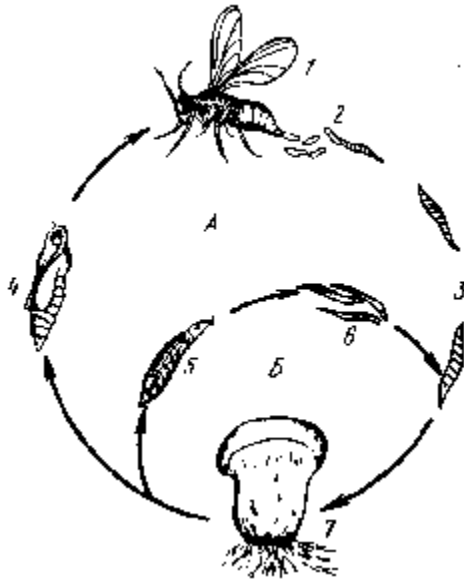
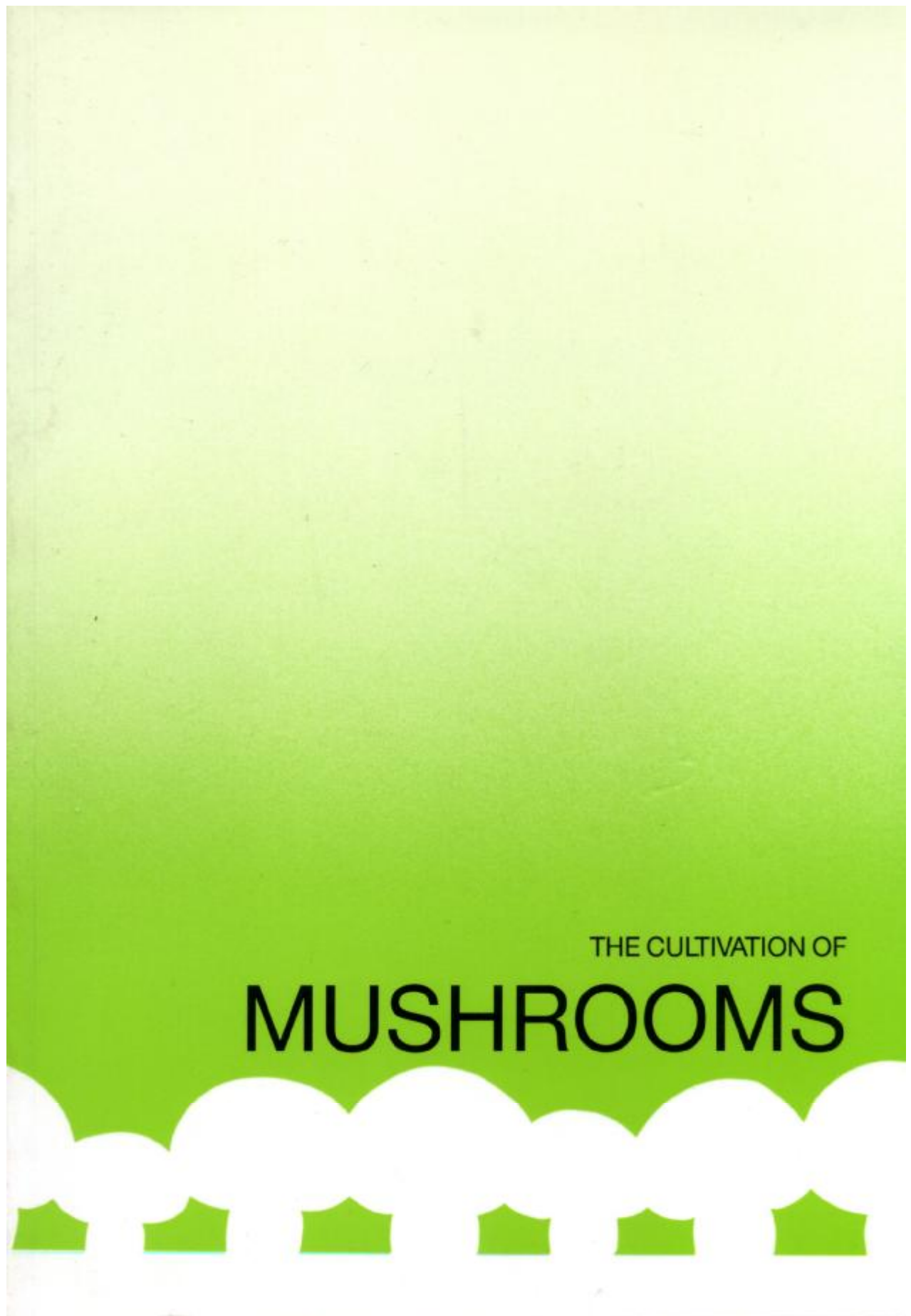


Рис. 73. Цикл развития грибного комарика (семейство цецидных):

1 — взрослое насекомое; 2 — яйца; 3 — личинки; 4 — куколка; 5 — материнская личинка; 6 — дочерняя личинка; 7 — картина поверхностного повреждения личинками кожицы ножки (по Томасу)





THE CULTIVATION OF MUSHROOMS edited by dr. L.J.L.D. van Griensven

Глава 13

БОЛЕЗНИ И ВРЕДИТЕЛИ

F.P. Geels, J. van de Geijn and A.J. Rutjens

1. Гигиена

1.1. Введение

Гигиена охватывает все меры, которые являются необходимыми, что бы насколько возможно, не дать вредителям и болезням минимального шанса на развитие и распространение. Для того, что бы была возможность принять самые эффективные меры, необходимо иметь некоторое понимание того, как вредитель или болезнь появляются на предприятии и как развиваются. Для всех предприятий важно следующее:

- a. Размер начальной популяции вредителя или начальный титр патогена (например, обычный для предприятия споровый фон конкретного патогена);
- б. Уровень, при котором вредитель или болезнь начинают развитие и атаку (увеличение титра патогена или инвазии со временем);
- в. Продолжительность времени, в течение которого может развиваться инфекция.

Для предотвращения и контроля вредителей и болезней необходимо принять следующие меры:

a. Предотвращать создание условий на территории фермы или около нее для развития болезнетворных микроорганизмов. Таким образом, мы уменьшаем шанс на попадание болезнетворных микроорганизмов, в выростные помещения.

Препятствовать болезнетворным микроорганизмам попадать в ростовые помещения посредством людей, оборудования, обработок, машин и принадлежности; сохраняться в трещинах и отверстиях и т.д.

Не создавать благоприятные условия микроорганизмам чрезмерным разогревом субстрата во время инкубации. Короче говоря, стремиться получить здоровый стартовый (колонизированный мицелием) субстрат.

б. Можно радикально влиять на обычный для предприятия уровень развивающихся вредителей и/или болезней использованием предписанных методов контроля. Мы выделяем: методы культивирования, химические методы, биологические методы контроля. Первые два метода - все еще самые важные в грибной промышленности. Методы культивирования, например: должный разогрев субстрата без перегрева, контролировать климат, так, получить оптимум температуры для роста мицелия в субстрате. Это очень уменьшает риски развития заболеваний субстрата, клещей, грибных комариков и т.д.

Методы химического контроля включают: не только использование инсектицидов, фунгицидов и бактерицидов, но, также, и дезинфицирующих средств, например, формалина. Однако, необходимо помнить, что профилактика заболеваний всегда лучше чем лечение. Это дешевле, да и лучше для окружающей среды.

в. ...

Меры сдерживания развитие вредителя или болезни важны внутри камеры, но не менее важно предотвратить распространение болезни в другие камеры или на другие предприятия. Следующие мероприятия ориентировочно относятся именно к этой категории:

- использование споровых фильтров
- дезинфекция оборудования, помещений и т.д.
- использование спецодежды, ее стирка и дезинфекция
- контролирование насекомых
- использование не только чистых, но продезинфицированных машин, контейнеров и т.д.
- использовать правильную логику организации работ. Например, сборщицы сначала должны собирать грибы в молодых камерах, и только затем переходить в камеры с наличием болезней.
- тщательная мойка, дезобработка камеры выращивания после плодоношения

6. Бактериальные заболевания

6.1. Бактериальная пятнистость (*Pseudomonas tolaasii*) в общем

Бактериальная пятнистость грибов была впервые описано Tolaas в Америке в 1915. Несколько лет спустя Raibe в Англии дал этой болезни его имя, которое все еще используется. *P. tolaasii* вместе с другими (включая *P. fluorescens* и *P. putida*) находится в покровной почве, и, таким образом, также и в гифосфере гриба. После плодообразования, зародыши грибов и позднее шляпки грибов колонизированы ими (и другим) бактериями. *P. tolaasii* - бактерия, которая может перемещаться в водяной пленке посредством «кнутов». Если на шляпку гриба попадает капля или пленка воды, утечка питательных веществ из ткани гриба в эту свободную воду, превращает ее в место (пятно) усиленного размножения бактерий. *P. tolaasii*, как и *P. fluorescens*, имеет очень маленькое время генерации и может удваиваться в числе на грибных шляпках менее чем за час. (Fahy, 1985). Число бактерий на шляпке гриба может превысить десятки миллионов без проявления симптомов заболевания. Кроме того, могут присутствовать и другие типы бактерий, которые могут сдерживать вредные проявления *P. Tolaasii*. Эта антагонистическая деятельность (например, через конкуренцию за пищу или производство ингибирующих рост метаболитов) вообще не может удержать *P. tolaasii* от становления доминирующим типом бактерии на грибной шляпке и ножке. Даже в низкой температуре (4°C), *P. tolaasii* все еще способен к размножению. Многочисленная популяция на шляпках, конечно же, не обязательно совпадает с высокой популяционной плотностью в субстрате.

Если после попадания влаги грибы не просушить в течение двух или трех часов, или если изменяющаяся температура даст возможность образования конденсата на грибах, который не испарился в течение двух - трех часов – будут созданы условия для размножения *P. tolaasii* до уровня, на котором появляются первые симптомы заболевания (светло-коричневые участки). Продуцируемый патогеном токсин вызывает лизис клеток гриба. При этом мицелий производит ферменты, которые вызывают коричневую окраску и убивают множество клеток гриба, происходит повреждение поверхности. Этот продуцируемый грибом защитный механизм - попытка избежать дальнейшего проникновения патогена, локализовать на поверхности. В благоприятных для патогена условиях, пятна могут полностью покрыть шляпку за 12 часов. При незначительном инфицировании урожай снижается лишь немного, но его невозможно продать. Общие убытки грибной промышленности Голландии оцениваются в 5 – 15 % от годового производства грибов.

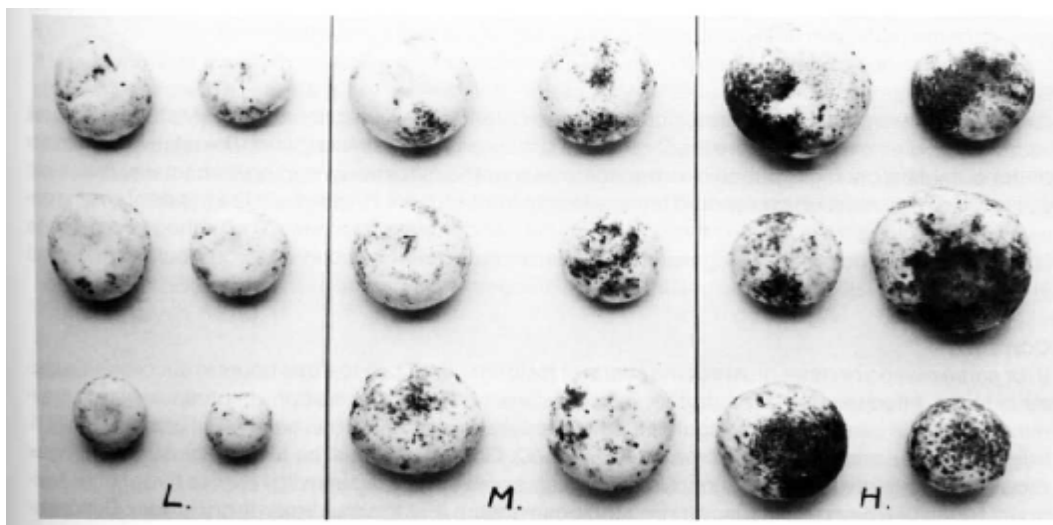


Рис. 13.27. Бактериальная пятнистость вызванная *PSEUDOMONAS TOLAASII*. Слева направо - развитие степени поражения

Лабораторные исследования показали, что *P. tolaasii* очень гетерогенна как по фенотипу, так и по генотипу. (Goor et al., 1986). Однако, на основе множества фенотипических характеристик (...), ее все же можно отличить от других патогенных и непатогенных *P. P. tolaasii* также имеет тенденцию разделиться на патогенную (гладкую) и непатогенную (шероховатую) форму.

...

Симптомы

В тех местах, где грибы остаются влажными в течение длительного времени (обычно в местах, где они касаются друг друга) первоначально образуются желтовато-коричневые участки или пятна, и в серьезных случаях они могут слиться, стать темно-коричневым и захватить всю поверхность грибной шляпки. Также могут быть поражены и ножки.

Коричневые ямы могут также иногда образовываться на грибах, на которые попадает капельная влага. Грибы с бактериальными пятнами слизистые (липкие) на ощупь. В тяжелых случаях маленькие грибочки становятся коричневыми и далее не развиваются. На взрослых грибах коричневые пятна могут выглядеть

немного затонувшими. Бактериальная пятнистость может поражать не только *A. Biturquus*, но и многие другие культивируемые грибы. Все плодовые тела являются бессимптомными носителями патогена, пока условия не становятся благоприятными для его (патогена) размножения.

Распространение

P. tolaasii встречается в покровной почве, но это может также колонизировать компост в ранней стадии инкубации (после пика разогрева) при неадекватных гигиенических мерах. Осенью, в частности когда относительная воздушная влажность внешнего воздуха высока, но также и в летние месяцы, легко могут возникнуть ситуации, приводящие к легкому проявлению бактериальной пятнистости. При слабой гигиене инфекция может легко распространяться руками персонала, через ящики, или также через машины и другое оборудование. Патоген может распространяться по всей ферме с водой для полива, Мухи, грибные комарики и клещи могут также внести свой вклад в распространение болезни.

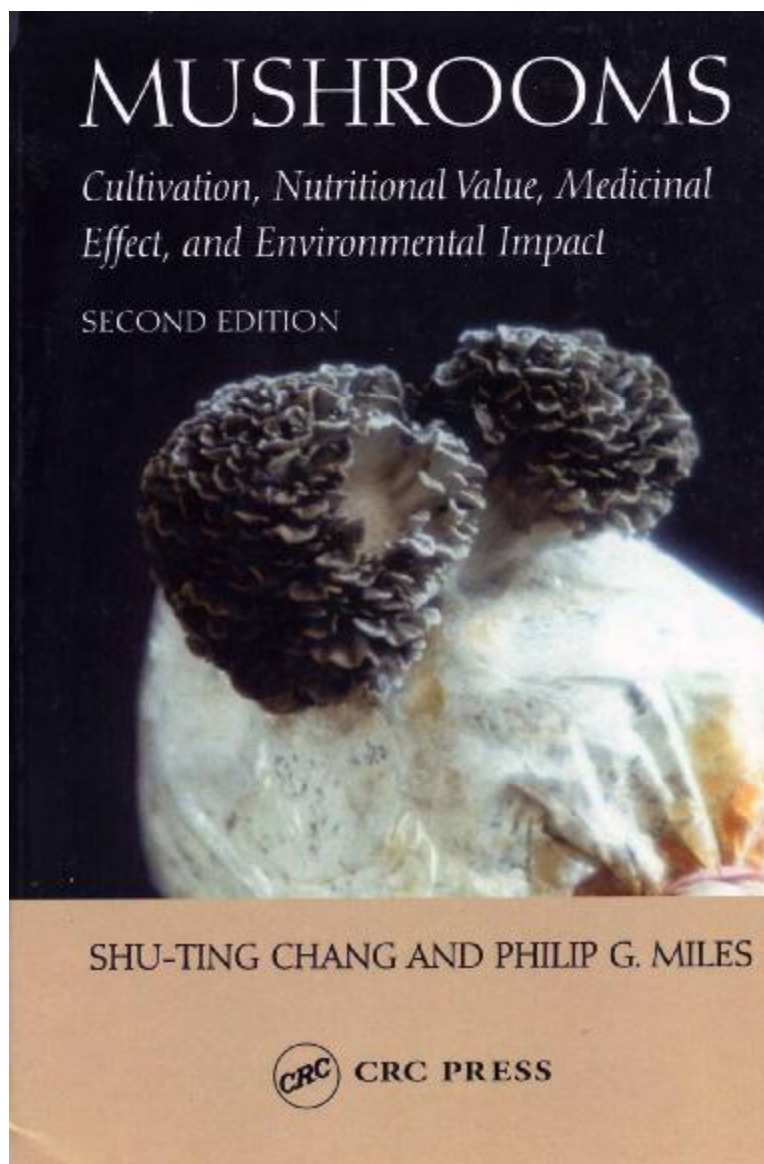
Контроль

Если по какой-либо причине грибы остаются увлажненными более чем два - три часа, бактериальная пятнистость легко может начаться. Именно поэтому особенно климатические условия в камере выращивания определяют, может ли болезнь иметь место (фигура 13.28.). Температура выше 20 °C и RH выше 85% способствуют проявлению бактериальной пятнистости шампиньона. (Van de Geijn, 1976). Контроль этого должен быть нацелен на то, чтобы водные капельки или пленка воды на грибах после полива высохли в течение двух - трех часов. Дополнительная вентиляция и циркуляция воздуха после полива могут гарантировать быстрое подсушивание грибов. При RH воздуха более 85 % следует избегать колебаний температуры – слишком легко получить точку росы на поверхности грибов. За счет хорошей рециркуляции воздуха можно достичь постоянства температуры. В зимние и осенние месяцы сразу после полива можно увеличить (но не уменьшить) температуру воздуха для некоторого увеличения скорости испарения. В летние месяцы, когда и температура, и относительная влажность воздуха высоки, есть риск увлажнения грибов воздухом вентиляции за счет конденсации влаги на поверхности покровной почвы и грибов.

Если бактериальная пятнистость все же неожиданно проявилась, концентрация хлора в воде для полива может быть удвоена для предупреждения распространения патогена по ферме. Количество активного хлора в растворах в контейнерах уменьшается быстро, как только они открыты. Таким образом, желательно не покупать сразу слишком большие количества, и держать их в прохладном, темном месте.

Кроме контроля с химикалиями, также начинает появляться биологический контроль с бактериальными антагонистами (Fahy, 1985). Были проведены исследования вирусами (бактериофаги), которые нацелены именно на *P. tolaasii*. Однако, пока этот метод пока не перспективен.





9 Mushroom Formations:

Effect of Pests and Diseases in Mushroom Cultivation

I. ВВЕДЕНИЕ

Хотя у нас нет никакой исторической документации по использованию дикорастущих грибов древним человеком в качестве продуктов, тоников, или лечебных препаратов, такое использование является общепринятым *априорно*. Относительно специального культивирования грибов у нас действительно есть историческая информация. Она описана более подробно в более поздних главах, но часть этой информации относится к нашему настоящему интересу к вредителям и болезням в грибном культивировании и представлена в этой главе.

A. ИСТОРИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГРИБОВ И ИХ БОЛЕЗНИ

1. Культивирование в природных условиях

Первый гриб, который преднамеренно выращивали, был, вероятно, *Auricularia auricula* - приблизительно 600 год нашей эры, затем *Flammulina velutipes* – приблизительно 800 год нашей эры. Историческая информация о *Lentinula edodes* намного более обширна и указывает, что *L. edodes* выращивался приблизительно с 1000 года нашей эры согласно известной Китайской Книге Сельского хозяйства, изданной в 1313. Эти грибы выращивались на открытом воздухе без использования специально подготовленного мицелия.⁹

С 16 века *Agaricus bisporus* культивируется во Франции; другие грибы, культивируемые на открытом воздухе, были *Ganoderma* с 1621, *Volvariella volvacea* с 1700, и *Tremella fuciformis* с 1800. В этих случаях инокуляция могла производиться размещением кусочков плодовых тел на субстрате, или, как в случае *Agaricus*, внесением маленьких масс зараженного мицелием субстрата грибных грядок в новый субстрат. Эта техника инокуляции для *Agaricus* была развита в последней части семнадцатого столетия.

2. Культивирование в закрытых помещениях с использованием чистой культуры мицелия

Дальнейшее развитие культивирования грибов заключалось в выращивании грибов в закрытом помещении и использование чистой культуры мицелия. Чистая культура мицелия содержит только живой мицелий требуемых разновидностей грибов. Очевидно, блок компоста, содержащего мицелий *Agaricus*, который использовался для инокуляции, содержал целый набор других микроорганизмов, которые могли вредить развитию мицелия и плодовым телам *Agaricus*. Таким образом, преимущества использования чистой культуры мицелия неоспоримы. Как описано Elliott (17), чистые культуры грибного мицелия *Agaricus* были сначала получены в 1886 в Великобритании, в 1894 во Франции, и в 1902 в Соединенных Штатах. Эти сорта мицелия были получены из прорастающих спор. В 1905, Duggar (15) получил мицелий из грибной ткани. Его преимуществом была возможность поддержания конкретного штамма для использования в качестве мицелия.

Вследствие появления чистых культур мицелия была получена возможность узнавать грибные болезни. На различных стадиях грибного производства, таких как компостирование, инокуляция, колонизация субстрата мицелием, развитие грибов, для посторонних организмов есть возможность проникновения и роста в субстрате, или на мицелии, или на развивающемся спорофоре, и эти проявления вызывают болезни. Здесь включены вирусы, бактерии, грибы, нематоды, и насекомые. Исследование болезней грибов, таким образом, стало очень важным аспектом грибного исследования, потому что эти болезни могут вызвать уменьшение урожая и даже потерю урожая с последующей потерей доходов производителем. Необходимы дополнительные затраты по осуществлению мер, необходимых, для предотвращения болезней.

II. ВИРУСНЫЕ БОЛЕЗНИ

A. История

Превосходный отчет о вирусных болезнях *Agaricus bisporus* опубликован Atkey² в *The Biology and Technology of the Cultivated Mushroom*, под редакцией Flegg и др., в 1985. Atkey указывает, что условия культивирования грибов после Второй мировой войны ясно показывали существенное увеличение урожая по сравнению с довоенным периодом. Но это также подготовило почву для распространения болезней. Большие фермы, которые использовали одинаковые субстраты, методы, и одинаковые грибные штаммы, обеспечили условия, в которых организм контаминанта мог распространяться, расти и воспроизводиться на субстратах, мицелии, или плодовых телах грибов. Такая ситуация имела место в Пенсильвании в 1948, когда грибные фермы понесли серьезные повреждения от болезни, симптомы которой включали коричневую окраску ножки гриба и «затопленные» участки больных грядок. Это последнее условие было причиной водянистых ножек грибов, что также было признаком болезни. Когда об этом заболевании сначала сообщили в Пенсильвании, ее назвали болезнью LaFrance по имени владельцев фермы, на которой она впервые проявилась. В Англии эта болезнь была известна как "коричневая болезнь" из-за коричневой окраски ножки гриба. Также использовалось название "водянистая ножка гриба". И название "X" болезнь тоже использовалась, чтобы указать, что причина заболевания была неизвестна. Исследования вскоре показали наличие инфекционного агента этого заболевания. Устранение других инфекционных агентов направило поиск в сторону вирусов. В 1962, Gandy и Hollings²⁸ описали то, что они назвали болезнью "отмирания", потому что мертвые области на грибной грядке со временем увеличивались в размере. Наиболее важным, однако, было то, что они продемонстрировали при использовании электронных микроскопических исследований, что грибы на зараженных грядках содержали некие изодиаметрические вирусоподобные частицы. Ранее Gandy²⁶ показал, что, когда здоровые грибные грядки были привиты мицелием с больных грядок, появились признаки отмирания. Теперь уже было продемонстрировано, что частично очищенный вирусный материал из зараженных грибов, при переносе в здоровые грядки вызывает признаки отмирания.

B. Симптомы

Вирусные болезни могут быть трудными для обнаружения по указанным признаками, но в крайних случаях развития заболевания диагностика не вызывает проблем. Пример этого - то, когда все инициация плодообразования ингибирована, и энергия мицелия очень уменьшена. Есть многие факторы, которые влияют на симптоматику. Они включают: штамм используемого мицелия, условия культивирования в камере выращивания, время инфицирования, и, особенно, концентрация вируса. Наиболее легко обнаружить симптомы на отдельных плодовых телах. Появление этих индивидуальных, больных спорофоров дало начало использованию некоторых красочных названий. Упомянутые спорофоры иногда описываются как "барабанные палочки" или "немецкие шлемы". В этих спорофорах, головка или шляпка имеет меньший диаметр, чем нормальная, и ножка гриба может быть удлинена и изогнута. Есть и другие формы, которые может принять спорофор. Например, может быть увеличенная подобная бочонку ножка гриба, на которой могут быть коричневые участки, или участки ножки гриба или шляпки могут стать притопленными. У больного спорофора есть отличительная окраска: серовато белая, а не розовато белая. Уменьшение веса больного гриба - еще один симптом. Кроме того, может быть разреженное прилегание мицелия больного гриба к субстрату, которое может привести к падению гриба. Atkey² показывает, что появление отвратительно пахнущих грибов может быть следствием бактериального инфицирования. Не только вирусные инфекции вызывают уродства спорофора, но они могут быть вызваны также генетическими факторами или условиями культивирования. Только лишь появление деформированных плодовых тел не может служить достаточным признаком вирусной или иной инфекции.

Признаки вирусной инфекции могут быть выражены уменьшением, как размера, так и количества грибов. Это уменьшение возрастает с развитием заболевания (концентрации вирусов). Прогрессия болезни приводит к голым участкам на субстрате, и области этих голых участков увеличиваются с последующими поливами.

C. Диагностика

Нужно подчеркнуть, что вирусные болезни не могут быть надежно идентифицированы только по внешним симптомам. Признаки могут быть следствием других причин. Например, хотя вирусная инфекция может вызвать удлинение ножки гриба, такое удлинение также

вызывается повышенной концентрацией углекислого газа. Этот прием используется производителями *Flammulina velutipes*, для получения коммерчески необходимой длинной ножки и маленькой шляпки этого гриба. Излишнее количество грибов на грядке также вызывает удлинение ножки гриба. Затопление ткани ножки гриба - еще один симптом вирусной инфекции, но это может также быть вызвано культивированием не зараженных грибов при чрезмерной влажности. Потеря урожая и наличие голых участков (вирусные признаки) может также быть результатом плохого компоста или даже деятельности мышей на компостных грядках и субстратных блоках.

В диагностике вирусной инфекции грибов есть несколько подходов, которые должны соблюдаться. Во-первых, любые симптомы на грибной грядке, такие как голые участки, должны отмечаться. Затем, это необходимо, чтобы определить в лаборатории характеристики предполагаемого зараженного вирусами гриба. Это может быть выполнено путем приготовления культуры ткани подозрительного гриба и выращивания мицелия на микологическом питательном агаре. И дальнейшего сравнения этого мицелия и мицелия, полученного из ткани здорового, незараженного гриба. Различия в росте, цвете, количестве воздушного мицелия, структуры, и присутствия ризоморфов могли бы указать на зараженную ткань, но эти критерии являются качественными и субъективными. Маленькие различия могли бы указать на небольшую инфекцию или ее отсутствие, в то время как большие различия предполагают присутствие инфекции. Этот тест занимает время и, возможно, не пригоден практикам. Обнаружение вирусных частиц с помощью электронной микроскопии является существенным для доказательства вирусной инфекции. Поскольку у грибных фермеров нет электронных микроскопов, этот способ не может использоваться как обычный диагностический инструмент. Однако было разработано несколько полезных методов. Hollings и др.³⁹ продемонстрировали, что, когда больные грибы были подвергнуты ультразвуковой обработке, и их сок был исследован электронным - микроскопом, вирусные частицы могли быть идентифицированы более быстро. С более высокими концентрациями вирусных частиц тест был более эффективным. В модификации этого метода грибной сок пропускается через очень тонкий фильтр. В таком соке меньше клеточного материала, его проще подготовить к электронной микроскопии окрашиванием и высушиванием на подложке. Эта процедура занимает только 5 минут, образец готов к экспертизе электронной микроскопией. Но все еще были некоторые трудности при низкой концентрации вирусных частиц.

Дальнейшее развитие методики электронной микроскопии определения вирусных инфекций грибов стало известной как сывороточная электронная микроскопия (SSEM), которая была разработана Denick.¹³ В этом методе подготовлены антитела, которые связывают с вирусом, действующим как антиген. Вирусоподобные частицы *Agaricus bisporus* использовали DeVecchio и другие¹² как антигены для электронной сывороточной микроскопии. Подложка покрывалась детерминированным раствором антител. Антитело на подложке действовало как пластырь, к которым прилипали грибные вирусы, когда подложку опускали в грибной сок. В результате вирусная частица оказывалась прикрепленной к подложке. Посторонние остатки грибного сока могли быть смыты, поскольку они не фиксируются на подложке реакцией антитела антигена. Это - намного более эффективная процедура получения препарата вирусных частиц для электронной микроскопической экспертизы, чем ранее описанный метод, фильтрации грибного сока. Atkey² указывает на 1000-кратное повышение чувствительности. Он также сообщил, что до 80 образцов могут быть подготовлены за 1 день к электронной микроскопической экспертизе. Это сделало этот метод пригодным для практического быстрого определения вирусной инфекции в грибных грядках.

D. Вирусная морфология

К 1962, Hollings³⁸ описал три морфологически различных типа грибных вирусов при электронных микроскопических исследованиях:

- Изодиаметрические частицы диаметром 25 нм
- Изодиаметрические частицы диаметром 29 нм
- Бациллоформные частицы диаметром 18 нм и длиной 50 нм

Впоследствии были найдены и другие вирусоподобные частицы: изометрические диаметром 35 нм; булавообразные со сферическим телом 40 - 50 нм, цилиндрическим хвостами диаметром 20 - 30 нм и общей длиной порядка 120 - 170 нм.

E. Эпидемиология.

Надлежащие санитарные методы в культивировании грибов могут эффективно предотвратить распространение вирусных болезней. Доказательство распространения вирусных инфекций насекомыми, грибами, или нематодами является неокончательным. Но инструменты, руки, одежда сборщиц, как было доказано, переносят вирусные инфекции грибов. Также известно, что зараженный мицелий может заразить здоровый мицелий через гифальный анастомоз. В гифальном анастомозе происходит обмен цитоплазмой, в которой находятся вирусные частицы. Это приводит к вирусному инфицированию здорового мицелия. И здесь строгая гигиена и приверженность к санитарным процедурам в взрослых помещениях помогают предотвратить распространение вирусной инфекции. Обычная практика стерилизации и удаления грибных грядок в конце плодоношения сокращает количество инфекций. Atkey² сообщил, что "широкое распространение приема стерилизации компоста после плодоношения фактически уничтожило эти [29 нм] вирусные частицы."

Другие частицы не были устранены стерилизацией, однако, существовали указания на то, что были некоторые другие методы передачи этих вирусных частиц. Базидиоспоры были скоро привлечены на эту роль. Schisler и другие,⁵⁹ продемонстрировали, что споры плодовых тел грибов, растущих на больных грядках (полках), были способны к передаче вируса к здоровым, незараженным грядкам (полкам). Известно, что гриб может произвести миллионы спор. Это означает, что единственный больной гриб может распространить зараженные споры очень широко. Кроме того, присутствие вирусных частиц в базидиоспорах было доказано электронной микроскопией. Инфицированные вирусом зараженные споры прорастают, когда они приземляются на мицелий. (Хотя общеизвестно, что споры *A. bisporus* плохо прорастают, есть хорошие экспериментальные данные, что их прорастание очень увеличено в присутствии растущего мицелия). Прорастание таких спор приводит к развитию инфицированного вирусом мицелия. Как сказано ранее, зараженная гифа может соединиться со здоровой гифой и заразить ранее здоровый мицелий вирусом. Инфицирование имеющими вирус базидиоспорами особенно опасно, когда они попадают на компост до нанесения покровной почвы.

Зараженные вирусом базидиоспоры могут быть ответственными за внезапные вспышки инфекции на грибных фермах. Базидиоспоры многих видов грибов, включая *A. bisporus*, могут остаться жизнеспособными в течение многих лет. Это также верно для спор с вирусом. Такие споры могут стать «бортвыми» и распространяться к здоровым грибным грядкам после беспорядков на грибной

ферме, таких как удаление отработанного субстрата, который долго хранился на ферме, или ремонта в выростных камерах... Любая деятельность, которая поднимает споры, которые бездействовали в тихих местах, может привести к вспышке инфекции.

Иногда фермеры обвиняют производителей мицелия в том, что вспышка вирусной инфекции происходит из-за инфицированного вирусом мицелия. Маловероятно, что у таких обвинений есть основание, потому что производитель мицелия добивается сильного, быстрого роста мицелия в используемых в производстве мицелия зернах, и это не произошло бы в зараженном вирусом материале. Хорошие производители мицелия придерживаются строго стерильных методов в производстве мицелия, и они хорошо знали бы о последствиях нарушения таких процедур в их процессе производства. Передача вирусной инфекции мицелием от данного производителя мицелия была бы немедленно очевидна возникновением болезни на различных фермах, которые использовали мицелий от этого изготовителя.

Есть немного грибных штаммов, которые не образуют анастомозы с другими штаммами. Отсутствие анастомоза означает, что зараженный вирусом штамм не может передать вирус к штамму, с которым он не будет соединяться. Эта особенность позволила производителям мицелия производить мицелий, который не подвергается вирусному нападению. Ферма, которая была заражена вирусом, может быть освобождена от этого вируса при помощи такого "ломающего вирус" мицелия. Однако, у культурного сорта грибов, который стал больным, возможно, были определенные признаки, которые сделали его использование фермерами очень желательным, и "ломающий вирус" мицелий может быть несовершенным в этой области. Таким образом, возвращение к оригинальному культурному штамму грибов должно быть отсрочено, пока не был проведен полный цикл плодоношения с "ломающим вирус" мицелием. Van Zaayen⁶⁵ показал, что *A. bisporus* не заражается вирусами *A. bisporus*. Поэтому, цикл инфекции *A. bisporus* может быть прерван выращиванием *A. bisporus*, гриба с хорошими рыночными свойствами. Наше предыдущее обсуждение вирусной передачи базидиоспорами должно заставить нас иметь в виду, что инфицированные вирусом базидиоспоры могут присутствовать в выростных зданиях. С этой проблемой должны иметь дело строгая гигиена и санитарные методы прежде, чем ввести в производство восприимчивый мицелий.

Г. «ЛОСКУТНАЯ» БОЛЕЗНЬ

Хотя соблюдение строгой гигиены сократила потери, причиненные болезнью LaFrance (в Америке), болезнь с признаками, подобными болезни LaFrance, появилась в Великобритании в 1996. Она стала известной, как "лоскутная (patch)", потому что отличные по цвету неправильной формы участки (лоскуты) появлялись на продуктивной покровной почве. Первоначально, после инокуляции, развитие кажется нормальным, мицелий энергично переходит в покровную почву. Плодообразование может даже быть нормальным, но в "лоскутах" примордии не развиваются. На границах "лоскутов" может наблюдаться усиленное плодоношение нормальных грибов. Развитие этих грибов может быть отсрочено на один или два дня. Иногда "лоскуты" не проявляются до второй или третьей волны плодоношения.²⁹ Распределение "лоскутов" является случайным, их вид изменчив. Fletcher²³ описывает "лоскуты", имеющие форму водоворотов, полос, и более или менее крутых областей. Симптомы "лоскутной" болезни имеют некоторые общие черты с вирусной инфекцией LaFrance, но вирус LaFrance не был найден на краю "лоскутов". И новые вирусные частицы также не были найдены.²³ У бактериальной болезни, известной как "болезнь мумии" также есть похожие симптомы, такие как медленное развитие плодовых тел. Что делает идентификацию патогенного агента более трудной. При этом, кажется, нет никаких общих факторов, которые проявлялись бы во всех "лоскутах". Gaze²⁹ указывает, что есть исключение к этому утверждению об отсутствии общих факторов в "лоскутной" болезни. Это - наличие двуспиральной РНК в больных грибах при ее отсутствии в здоровых. Исследования Romaine и Schlagnhauser⁵³, включающие анализ цепной реакции РНК полимеразы генетических элементов в *A. bisporus*, позволяют предположить, что выделенные вирусоподобные частицы - экстрахромосомальные реплики вирусных элементов. Отсутствие в геномной последовательности ДНК, соответствующих изученным элементам РНК (изометрический вирус LaFrance или LIV; грибной бациллоформный вирус или MBV; и двуспиральная РНК или VA-2.4) является основанием для предположения экстрахромосомальной репликации. Значение присутствия двойной переплетенной РНК состоит в том, что двуспиральная РНК, как полагают, исключительно вирусного происхождения.²⁹

Хотя было несколько вспышек "лоскутной" болезни в Великобритании, о ее присутствии в Соединенных Штатах на конец 2000 года не сообщалось. "Лоскутная" болезнь остается областью энергичных исследований, особенно в Великобритании. При отсутствии достоверной информации о причинах "лоскутной" болезни лучший курс действия для минимизации потерь на фермах - осуществление строжайших мер гигиены.

III. БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

А. РАЗЛИЧНЫЕ ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ

Бактерии играют важнейшую роль в процессах компостирования и являются вездесущими в природе. Таким образом, не удивительно обнаружить присутствие бактерий в различных аспектах грибного сельского хозяйства, и разумно ожидать, что при определенных условиях они могут вести себя как патогены в грибном культивировании.

1. Пятнистые болезни

Болезнь, известная как "бактериальная пятнистость", была впервые описана в 1915.⁶¹ Признаки этой болезни - появление пятен неправильной формы на шляпках и иногда на ножках гриба. Пятна являются темно-коричневыми и затонувшими. Ответственный за болезнь организм был сначала идентифицирован как *Pseudomonas fluorescens*, но некоторые исследователи предположили, что пятнистость вызывается самыми различными разновидностями, которые назвали *P. tolaasii*.

Чрезмерная влажность и присутствие воды на плодовых телах способствуют развитию симптомов бактериальной пятнистости. Управление влажностью (воздуха) и полив грядок в выростных помещениях - решающие факторы в контроле "бактериальной пятнистости". Спорофторы могут быть инфицированы и проявлять симптомы болезни, пока условия окружающей среды не вызывают конденсации воды на поверхности гриба, что может тогда привести к внезапной вспышке болезни. Поражение грибов бактериальной пятнистостью является поверхностным с внеклеточным расположением бактерий между гифами и пленкой, образованной из

бактериальной слизи и содержимого разрушенных грибных клеток. Затонувшие пятна являются результатом разрушения и плазмолизиса поверхностных грибных клеток. Бактерии сгруппированы между гифами, их присутствие там было продемонстрировано электронным микроскопическим просмотром.²⁷

Исследования Murata и Magae⁴⁵ показали, что *P. tolaasii* производит внеклеточные токсины, которые вызывают типичные симптомы бактериальной пятнистости. Было найдено, что трегалоза, присутствующий в большом количестве в *Pleurotus ostreatus* сахар, стимулирует производство токсина исследованным ими штаммом *Pseudomonas tolaasii*. Они предположили, что сигналы и вещества бактериальных клеток в *Pleurotus ostreatus* активизировали производство токсина, который необходим для патогена.⁴⁵

2. Мумификация

Грибная болезнь, называемая "мумификация" или «болезнь мумии», имеет бактерии, которые регулярно ассоциируются с больными грибами и со связанными с ними ризоморфами.⁶⁴ Проявление симптомов - область на грядке, в которой грибы меньше чем нормальные, и шляпки которых наклонены под острым углом.

Плева преждевременно разрушается, затем грибы становятся бледно коричневого цвета и мумифицируются - откуда и произошло название "мумификация". Есть обязательное требование определения патогена - грибы должны инфицироваться чистой культурой подозреваемого организма и проявлять симптомы заболевания - но Royse⁵⁶ не удалось воспроизвести эту болезнь с бактерией "мумии". Однако, болезнь "мумии" может передаваться с компостом и грибным мицелием от больной области к здоровой грядке. Эта процедура - средство диагностирования болезни "мумии".

3. Болезнь гименофора вызываемая *Pseudomonas cichorii*.

Еще одно заболевание *Agaricus bisporus* вызывается *Pseudomonas cichorii*.⁴ Масса бактерий развивается на пластинах гименофора, которые постепенно становятся студенистыми, разрушаются.

1. Болезнь Шиитаки - Центральная Коричневая Гниль

Не удивительно, что с увеличением производства грибов других видов (например, *Lentinula*, *Pleurotus*, и *Flammulina*) воздусные бактерии, как стало ясно, наносят ущерб и этим грибам. Болезнь, названная "коричневая гниль центра", проявилась на шиитаки (*L. edodes*), выращенных на содержащих опилочный субстрат блоках после удаления полиэтиленовой пленки. "Коричневая гниль центра" - это название произошло от основного симптома заболевания. Этот симптом - коричневое затонувшее повреждение в центре шляпки гриба. Повреждение может развиваться в яму, которая простирается в ножку гриба. Другие симптомы включают увеличенную полую ножку гриба, которая становится коричневой около шляпки. Зачастую прикрепление шляпки гриба к его ножке ослаблено настолько, что шляпка легко отделяется при легком прикосновении. Если рассмотреть снизу шляпку гриба, которая рано созревает, оставаясь маленькой, можно заметить, что пластины гименофора становятся коричневыми по направлению от ножки гриба наружу. Donoghue и другие¹⁴ идентифицировали патоген "коричневой гнили центра" как бактерию *Burkholderia gladioli* pv. *agaricicola*, для удобства названную *Bga*. Они продемонстрировали, что болезнь могла быть вызвана в здоровой ткани прививкой чистой культуры этой бактерии.

Здоровые субстратные блоки шиитаки становятся больными только после удаления защитной пленки и помещения блока в инфицированную камеру выращивания или после замачивания его инфицированной водой. Цель водного замачивания в том, чтобы понизить температуру и гидратировать блоки. Процедура, которая стимулирует формирование примордий и плодоношение.

Бактерии растут на поверхности блока, и инфицируют гриб, когда зародыш плодового тела прорывается через сформированную на поверхности блока мицелию корку. Клетки *Bga* размножаются, если на поверхности субстратного блока есть водная пленка. Бактериальные клетки могут плавать в этой пленке, распространяя инфекцию с места на место. Когда зараженный блок поливают каплями или струями вода, вода, стекающая с блока, также может нести бактериальные клетки *Bga*. Бактериальные клетки в этой стекающей воде всплеска способны к инфицированию новых незараженных блоков.

2. Мягкая гниль грибов

Bga также, как было найдено, ответственен за бактериальную мягкую гниль *Agaricus bitorquis* и поражает некоторые виды выращиваемых в Японии грибов, включая *Lentinula*, *Pleurotus*, *Flammulina*, *Grifola*, и *Hypsizygus*.³¹ *Bga* не продуцирует стойкие споры, и, следовательно, бактерия не переживает обычные методы стерилизации субстрата.

Femor и Lincoln¹⁸ описали бактериальные "мягкие гнили" грибов, вызванных и *Bga* и *Janthinobacterium agaricidamnosum*, которые может поражать *Agaricus* spp. и грибы других видов. Они описывают эти "мягкие гнили" как "необычный, но тревожный феномен". На этой основе мы теперь даем краткое описание этих "мягких гнилей".

Необходимость иметь грибы, которые плодоносят при более высоких температурах, чем общепринятые 15 - 17 °C, обычные для плодоношения *Agaricus bisporus* создала интерес к *A. bitorquis*, который плодоносит при 22 - 24 °C и имеет хорошее развитие мицелия при 28 - 30 °C. Бактерия "мягкой гнили" была выделена из *A. bitorquis* и идентифицирована как *Bga*. На грибах, преднамеренно зараженных этим организмом, выявлены: обширное покоричневение и мягкая гниль тканей спорофора и ножки гриба. Впоследствии, медленно развивалось сочащееся повреждение более глубоких тканей. Было экспериментально показано, что деградация ткани *A. bitorquis* этим организмом является термочувствительной, с деградацией, начинающейся после 18 часов при 28°C и наибольшей при 28 часах. Вспышки мягкой гнили *A. bitorquis* в Великобритании и в Новой Зеландии проявили те же симптомы и произошла из-за того же самого патогена. Однажды возникшая инфекция разрушает внешний слой (pileipellis), или "кожу" грибной шляпки, и бактерии свободно попадают во внутреннюю ткань шляпки гриба.

Разрушительные потери коричневого штамма *A. bisporus* из-за мягкой гнили произошли на грибных фермах в Великобритании и во Франции. Симптомы подобны описанной для *A. bitorquis* мягкой гнили, но могут быть более серьезными для *A. bisporus*. Эти грибы могут

полностью разложиться в течение 2 дней после первого появления симптомов. Различные бактерии *Janthino bacterium agaricidamnorum* являются причиной этой мягкой гнили.

Эти две мягкой гнили обсудили по отношению к двум видам *Agaricus*, но с увеличением видов культивируемых грибов поражение бактериальной мягкой гнилью было показано для *Pleurotus ostreatus* и *Lentinula edodes*.⁶³ Так же как и на других видах грибов, как было отмечено ранее. Эта мягкая гниль была вызвана *Bga*, но и *J. agaricidamnorum*, как упомянуто ранее, как также вызывает мягкую гниль на некоторых других культивируемых видах.

B. МЕРОПРИЯТИЯ ПО КОНТОРОЛЮ *BURKHOLDERIA GLADIOLI* PV. *AGARICOLA*

Donoghue и др.¹⁴ довольно подробно обсудили стратегии управления, которые могут быть полезными в предотвращении или уменьшении уровня инфекции *Bga*. Большая часть того, что написано ниже, основана на этих материалах.

Первое и самое необходимое - поддержание хорошей гигиены на ферме. Очень важно в отношении гигиены - быстрое и осторожное удаление зараженных блоков и больных грибов из комнат плодоношения (и с территории предприятия). Обычные процедуры: поверхностная дезинфекция полов, стен, стеллажей, тележек, и оборудование по подготовке воздуха, должны строго выполняться. Предотвращение инфицирования новых блоков может быть достигнуто при помощи отдельных камер выращивания, или, по крайней мере, отделяя новые блоки от старых. Сами камеры плодоношения должны необходимо поддерживать сухими насколько возможно. Поверхность блоков должна быть сухой для уменьшения вероятности размножения бактерий на них. Когда блоки необходимо поливать, надо создать условия, при которых их поверхность быстро высыхает. Для выполнения этого полезно: увеличить движение воздуха, усилить вентиляцию, увеличить температуру воздуха или использовать влагоотделители.

Резервуар замачивания - весьма вероятное место для распространения инфекции, потому, что бактерии от зараженных блоков будут вымыты в воду замачивания. Эти подвижные бактерии могут тогда с готовностью плыть к незараженным блокам. Поэтому, весьма, полезно увлажнять новые блоки отдельно от старых и скрупулезно придерживаться процедур очистки и дезинфекции резервуаров при подготовке их для увлажнения следующих блоков. Можно для профилактики распространения болезней добавлять дезинфицирующие средства, такие как гипохлорит натрия (активный компонент в домашнем отбеливателе) в воду для замачивания. Исследование показало интересный факт: было отмечено увеличение числа жизнеспособных бактерий в воде после первого добавления хлора, но, после дополнительного добавления 2-й 3-й порций хлора с 20-минутными интервалами количество бактерий и грибов в воде значительно уменьшилось. В течение 15 минут после добавления 3-й порции хлора была получена концентрация гипохлорита 20 - 50 ppm, которая, таким образом, является минимальной для противобактерицидной деятельности.¹⁴ При таком уровне хлора в воде падения урожайности не происходит. Хотя сотрудники указали, что при увеличении концентрации хлора сверх указанной 20 - 50 ppm урожайность снижается. Также показано, что pH раствора перхлората влияет на концентрацию/количество хлорноватистой кислоты (активная форма хлора в растворе для дезинфекции). Количество хлорноватистой кислоты снижается в щелочных растворах по сравнению с нейтральными или слабокислыми. Для производителя грибов, чтобы эффективно использовать прием хлорирования воды необходимо постоянно тщательно определять как концентрацию активного хлора, так pH его растворов. Эта информация должна коррелировать с титром бактерий, урожайностью, и степенью поражения «коричневой центральной гнили» для эффективного использования этого способа контроля болезни.

Переносчики инфекции *Bga*, кроме ранее обсужденного водного переносчика инфекции, включают мух, клещей, и грибных рабочих. Мухи могут переносить бактерии от блока к блоку, и, как правило, при наличии больных субстратных блоков численность мух растет. Поэтому, некоторые меры, включая использование инсектицидов и ловушек для мух необходимы для сокращения числа мобильных взрослых мух, которые функционируют как переносчики бактериальной и плесневой инфекции.

Также необходимо контролировать популяцию клещей для предотвращения распространения бактериальных патогенов. Микологические лаборатории знакомы с опустошениями, которые могут причинять клещ, перенося инфекцию от культуры к культуре. У клещей есть неприятная особенность - они могут преодолевать минеральные масла/смазки. Обычные меры в виде "защитных мостиков", покрытых минеральной смазкой, не спасают от клещей.

Рабочие и материалы, которые они обычно используют, также являются переносчиками бактериальной инфекции, обычно основными. Снова и снова, гигиена является основной в контроле бактериальных патогенов. Используемое оборудование, одежда должны быть санированы прежде, чем рабочие переходят в другие помещения, или когда рабочие в своей работе переходят от старых зараженных блоков к новым блокам. Переходя из одной камеры плодоношения в другую, рабочий обязан пройти ногами через дезинфектант (санитарный коврик). Мытье рук и замена одноразовых перчаток при изменении типа работы является другим очевидным и обязательным к исполнению гигиеническим методом.

Попытки применения биологического контроля над "коричневой центральной гнилью" находятся на стадии экспериментов. Но, так как некоторые производители теряют до 60 % своего урожая от этой болезни, следует ожидать продолжения исследований в этом направлении. Тем временем, изменения в практических методах ведения выращивания с обращением особого внимания на гигиену - вот средство, которое помогает контролировать "коричневую центральную гниль" шиитаки.

IV. ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ПРОСТЕЙШИМИ ГРИБАМИ (ГРИБКОВЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ)

A. ВВЕДЕНИЕ

Люди, вероятно, стали наблюдать грибковые (плесневые) заболевания высших грибов, как только заинтересовались их, грибов, культивированием. В конце концов, плесени являются вездесущими и имеют относительно простые требования к условиям для своего роста - материалы, постоянно доступные в природе, обеспечивают углерод, азот, и минеральные потребности плесеней. Доступная вода и кислород - не проблема в большинстве типов окружающей среды, и плесени известны своей способностью производить асексуальные споры в поражающе бесчисленных количествах. Также как и бактерии, плесени живут, чтобы использовать теперь уже в своих интересах

те же самые субстраты, которые доступны для бактерий. Некоторые грибы также в состоянии использовать мицелий и спорофоры вышедших грибов для своих собственных потребностей, часто в ущерб грибу и вызывая различные болезни.

В. МИКОПАРАЗИТЫ

Грибок, вызывающий болезни, поражающие спорофоры (плодовые тела), получили определение - микопаразиты (буквально, гриб, который паразитирует на другом грибе). Микопаразиты делятся на два типа, основываясь на их взаимоотношение с грибом - хозяином. **Биотрофная** форма - зависит от хозяина, хозяин является ее пищей, но клетки хозяина не гибнут. Она вызывает лишь некоторые повреждения хозяину. **Некротрофные** формы - те, которые являются наиболее опасными и важными в болезнях грибов.

1. Некротрофный паразитизм

Некротрофные микопаразиты - факультативные паразиты, которых они могут вырасти как сапрофиты на множестве субстратов. Но как паразиты они убивают клетки хозяина, вызывают смерть хозяина или части хозяина.¹⁰ Две из некротрофных микопаразитных болезней *Agaricus bisporus* в прошлом приводили к серьезнейшим экономическим потерям.²⁷ Патогены - *Mycogone perniciosa*, который ответственен за болезнь, названную влажным пузырем (влажная гниль) и *Verticillium fungicola*, который ответственен за болезнь, названную сухим пузырем (сухая гниль).

а. Влажная гниль, вызываемая *Mycogone perniciosa* - МИКОГОН

При заболевании "влажная гниль" вегетативный мицелий *A. bisporus* не заражен *M. perniciosa*. Исследования *in vitro* подтвердили это заключение. Инфекция проявляется только после формирования *rhizophores*, которые являются предшественниками плодовых тел. При "влажной гнили" рост мицелия *M. perniciosa* на плодовом теле хозяина - толстое, бархатистой структуры, белое образование. Исследование спорофора (плодового тела) обнаруживает переувлажнение и разложение тканей, с сильным зловонным запахом вследствие деятельности вторгшихся бактерий. На таких грибах присутствуют капли янтарного эксудата. Gandy²⁷ сообщил, что проявление симптомов болезни связано со стадией развития плодовых тел и время инфицирования. При ранней инфекции симптомы болезни выражены более серьезно. Это может привести к отсутствию дифференцирования ножки, шляпки гриба; пластин гименофора. То, что действительно формируется, является сферической массой ложной ткани, которую назвали склеродермоидной тканью, и эта масса может достигать более 5 см. Когда происходит разделение, в спорофоре открываются три зоны ниже гименального слоя *M. perniciosa*. Зона, самая близкая к поверхности спорофора, содержит коричневую мертвую ткань. Ниже этого зона обширной секреции фермента, и затем зона, в которой мицелий *M. perniciosa* присутствует между гименофора гриба.⁶⁹ В других работах продемонстрировано существенное различие в гименофорах *M. perniciosa* растущих на поверхности (приблизительно 5 мкм в диаметре) и тех, которые растут внутри (приблизительно 25 мкм в диаметре). В местах пенистрации клеток хозяина их содержимое формирует ранее упомянутый эксудат янтарного цвета.

Когда инфекция случается на уже развитых спорофорах, *M. perniciosa* растет по секторам пластин гименофора и шляпок. Пластины гименофора гипертрофируются, и, в конечном счете, покрываются мицелием патогена. Ввиду проявляемых симптомов этой болезни не вызывает удивления, что, согласно Gandy,²⁷ *M. perniciosa* производит ферменты, разрушающие полимеры клеточных стенок *A. bisporus*.

Мокрая гниль, вызванная *M. perniciosa*, как сообщал Chang⁸, случается на *Volvariella volvacea*, соломенном грибе, выращиваемом на компосте из хлопковых отходов в китайском Университете Гонконга.

б. Сухая гниль, вызываемая *Verticillium fungicola*

Многие исследования сделали очевидным, что болезнь "сухая гниль", вызванная *V. fungicola*, убивает мицелий *A. bisporus*. Было выполнено много исследований по взаимодействию между грибным мицелием и *V. fungicola*. *V. fungicola* вызывает серьезный некроз грибного мицелия, который рассматривался как подобный некрозу, происходящему при поражении плодовых тел.³³ Однако, по экспериментальным данным Gandy²⁷ ризоморфный эксудат и метаболиты *A. bisporus* не оказывают никакого эффекта на прорастание конидий *V. fungicola*. Главное обобщение от сравнения исследований взаимодействия *M. perniciosa* и *V. fungicola* с *A. bisporus* то, что *V. fungicola* чаще вызывает некроз грибов, нежели *M. perniciosa*.

Мицелий *V. fungicola* на спорофорах тонкий серовато белого цвета, имеет войлочную структуру. Спорофор сначала сухой, но это может измениться, если он дополнительно подвергается бактериальному гниению. Внутреннее изучение спорофора показывает серо-коричневую зону переменной толщины под самой поверхностью. В некоторых случаях имеем полное обесцвечивание внутренних тканей. На спорофорах есть впадины, заполненные содержащими споры конидиефорами *V. fungicola*. Этот некротрофный микопаразит ответственен за уродливое развитие плодовых тел, которые могут проявляться: выпуклые ножки гриба, на которых расположены остаточные шляпки; или на ножке гриба могут быть локальные повреждения, которые приводят к изгибу плодовых тел. Когда заражаются хорошо развитые спорофоры, в течение нескольких дней могут появиться точечные поверхностные повреждения бледно коричневого цвета. Аналогично с мокрой гнилью, вызванной *M. perniciosa*, ранняя инфекция, вызванная *V. fungicola*, вызывает уродство, известное как склеродермоидное, но в случае *Verticillium* эти склеродермоидные массы составляют менее 1 см в диаметре.

2. Экономические факторы

О серьезных потерях урожая из-за мокрой гнили сообщали с ранних дней культивирования *Agaricus* в Пенсильвании. В 1930 годовые потери были оценены в 15 % грибов; а в 1974 ущерб составил 5.2 миллиона фунтов. В Великобритании в 1957, мокрая гниль была самой распространенной, *M. perniciosa* приносил больший ущерб, нежели *V. fungicola*. Однако в 1974 году статистика для Пенсильвании показала больший ущерб нанесенный *Verticillium*. Причиной этого оказалась предположительно большая

сопротивляемость *V. fungicola* к беномилу - фунгициду, который тогда широко использовался. Другие факторы, которые содействовали распространению заболевания: беномил зарекомендовал себя очень эффективным препаратом и вызвал снижение гигиенических стандартов; произошла интенсификация технологий выращивания - усилилось движение техники, поддонов и т.п., что увеличило вероятность распространения инфекций внутри ферм и обмен между фермами.²⁵

С. Конкурентные сорные плесени

Многие плесени растут как сорняки на покровной почве или компосте, подготовленных к выращиванию съедобных грибов. Эта контаминация может быть достаточно серьезной для предотвращения плодоношения грибов. Обширный рост этих диких плесеней служит индикатором того, что компост был приготовлен не должным образом для культивируемого гриба.

1. Ложная трюфельная болезнь, вызываемая *Diehlomyces microsporus*

Первое сообщение о ущербе нанесенном "ложной трюфельной болезнью" из за распространения *D. microsporus* было в Соединенных Штатах, эта же болезнь пришла в Великобританию, Тайвань и Нидерланды.

Diehlomyces microsporus - занесенный почвенный грибок, размножающийся в грибном компосте.³⁷ Эта болезнь чаще поражает *Agaricus bitorquis*, нежели *A. bisporus*. Более высокая температура, используемая для роста *A. bitorquis*, несомненно, ответственна за проявление *D. microsporus* в компосте грибной грядки или в покровной почве, где изначально его споры, естественно, присутствуют. Следствием наличия *D. microsporus* является отсутствие плодоношения грибов в областях распространения и роста *D. microsporus*. Грибной мицелий фактически исчезает, компост становится более влажным и более темным. Поверхность компоста, на котором растет *D. microsporus*, производит аскокарпы (плодовые тела грибов - аскомицетов), "ложные трюфели".⁶⁶

Исследования также показали, что *D. microsporus* прекрасно растет в стерилизованном компосте, в котором до стерилизации рос грибной мицелий. Таким образом, возможно, что метаболиты грибов являются существенными для роста *D. microsporus*, или, по крайней мере, помогают ему. Gandy²⁷ указывает, что другая возможность состоит в том, что грибной мицелий удаляет фактор, который обычно ингибирует рост *D. microsporus*.

Одна из причин большего распространения *D. microsporus* при более высоких температурах, - то, что споры требуют температуры выше 27 к 28°C для прорастания. Первоначально, этот грибок разрастается глубоко в компосте, позже появляется в покровной почве. По внешности мицелий - желтоватый белый и может формировать ризоморфы. Плодовые тела легко узнать по этим признакам. Они похожи на лущеные орехи или мозги телят, в зрелости приобретают красновато коричневым цвет.⁶⁶

Контроль болезни ложного трюфеля требует пастеризации компоста в течение, по крайней мере, 12 часов при 56 - 60°C, с поддержанием температуры воздуха 58°C в течение нескольких часов для пастеризации поверхности. Во время управляемого роста мицелия нужно избегать температур выше 28°C. Когда формируются молодые плодовые тела ложного трюфеля, их необходимо собрать и сжечь до приобретения ими коричневого оттенка. Сразу после сбора урожая грибов необходимо провести термообработку камеры выращивания при температуре 70°C в течение 12 часов. Если был обнаружен ложный трюфель - поддоны, стеллажи, прочие конструкции камеры выращивания необходимо обработать 2 % раствором натрия пентахлорфенолята.⁶⁶ Kim⁴³, рекомендует для генеральной гигиены в камерах выращивания после их мойки обрабатывать внутренние поверхности и стеллажи 1%-ым раствором натрия пентахлорфенолята в дозе 300 ml/m². Различия в концентрациях пентахлорфенолята (синоним - пентахлорфенат) рекомендуемые Vedder и Kim, по-видимому, являются не существенными. В некоторых случаях химические фумиганты (например, бромид метила) используются вместо паровой пастеризации, но они очень ядовиты для людей, должны использоваться с чрезвычайной осторожностью. Читателя отсылаем к превосходной краткой статье Beuer и Porpiti,⁵ в который описаны принципы использования дезинфицирующих средств и санитарии на грибных фермах для предотвращения болезней и даются инструкции по их использованию.

Иногда потери из-за ложного трюфеля бывают серьезными, но возможно самое большое беспокойство ожидает производителя в постоянной необходимой заботе о предотвращении реинвазии новых урожаев, как только болезнь ложного трюфеля будет обнаружена на ферме. С современными системами непрерывного многокамерного культивирования восприимчивые культуры (грибов) всегда инфицируются рабочими и мухами.

2. Паутиновые заболевания - *Dactylium*

Хотя *Dactylium* может паразитировать мясистых агариковых грибах и, таким образом, может считаться некротрофным грибом, *D. dendroides* не вызывает уродства спорофоров. Самый заметный признак его присутствия на грибных грядах - паутинистый мицелий, который распространяется по поверхности грибов и компоста. Когда плодовые тела покрываются распространившимся мицелием, в условиях высокой влажности на них могут образовываться пятна.

Название рода *Cladobotryum* используется почти также часто как *Dactylium* и *Hypomyces rosellus*, в литературе превратилось в синоним для *C. dendroides*. Gandy²⁷ сообщил, что исследования *Cladobotryum* spp. первоначально были сконцентрированы на таксономических вопросах и о диапазоне хозяев, но не на способе паразитизма или влиянии на хозяина.

а. Распространение паутинистой болезни

Fletcher²⁴ сообщил, что в 1950 *Dactylium* "не был обычным грибным паразитом". В 1982, "болезнь паутины" периодически находили на всех фермах Пенсильвании, но она не была главной болезнью. В Англии в 1986, "паутина" лишь изредка была причиной больших потерь урожая. Но с конца 1980-ых "болезнь паутины" стала серьезной проблемой в Европе, Австралии, и Соединенных Штатах.

Многие виды грибов называли причиной "болезни паутины", включая вышеупомянутые роды *Cladobotryum*, *Dactylium*, и *Hypomyces*. Наиболее часто паутинистую болезнь, как говорят, являются результатом инфекции *D. dendroides*. Этот организм формирует споры, которые легко распространены воздушными потоками и, также, переносится мухами.

Delmas¹¹ сообщил, что паутинистая болезнь, вызванная *Dactylium*, является опасной болезнью в культивировании *Agaricus* в Франции, но что с ней можно эффективно бороться системными фунгицидами, такими как беномил. Kim⁴³ включает *D. dendroides* (паутинистую болезнь) в число распространенных на большинстве ферм в Корее. Итак, о паутинистой болезни сообщают в Европе, Америке, Азии, и Австралии. Ее можно ожидать везде, где культивируются мясистые грибы в условиях высокой влажности.

б. Симптомы

Паутинистая болезнь показывает диапазон симптомов: от ранее упомянутого роста паутинистого мицелия по поверхности грядки, который далее вызывает образование волокон на самом грибе до пятнистости зрелых грибов. Именно эта пятнистость прежде всего может быть причиной потери урожая. При высокой влажности или мокрых грибах, пятна формируются через несколько дней после прорастания бортовых спор, которые приземлились на спорофоре. При 20 - 25°C споры на поверхности гриба прорастают столь быстро, что повреждения гриба могут проявиться при сборе урожая или на рынке. Споры, приземлившиеся на субстрат не вызывают болезнь столь же быстро, но, когда белый мицелий растет по покровной почве, она приобретает очень характерный для этой болезни вид.

с. Условия, способствующие болезни

Баланс влажности ответственен за развитие паутинистой болезни. Влияние осуществляется за счет изменения скорости испарения с поверхности гриба и также влияя на влагосодержание покровного слоя. Генетические факторы, влияющие на восприимчивость гриба - хозяина к паутинистой болезни, вероятно не значимы, так как один и тот же самый мицелий использовался во многих странах, но болезнь стала проблемой не во всех. Если бы у мицелия гриба были генетические факторы, влияющие на его восприимчивости к паутинистой болезни, проявление болезни происходило бы во всех странах, поскольку одни и те же штаммы грибов широко распространены географически. Кажется, что восприимчивость к паутинистой болезни и степень поражения происходят непосредственно из определенных технологий культивирования поражаемого гриба. Например, если, из соображений сбыта пытаться выращивать крупные и открытые шляпки, грибы оставляют на грядках в течение более длительного времени перед сбором - вероятность проявления болезни возрастает. Кроме того, с увеличенным использованием системы культивирования грибов в субстратных/компостных блоках - степень заболевания снижается. Использование капельного полива - повышение рисков. Пленка воды на грибах - повышение их питательности для быстрого роста грибов/плесеней *Dactylium*.²⁴

Есть, таким образом, несколько видов изменений, которые могут влиять на уровень поражения паутинистой болезнью:

1. Изменения в системе вентиляции, которая могла бы влиять на разброс спор патогена
2. Изменение в климатических условиях в камерах культивирования, которые благоприятствуют болезни изменениями в покровном слое, способах полива, или системы контроля за состоянием климата
3. Увеличение времени выращивания гриба в камере выращивания увеличивает время его контакта с "бортовыми" спорами *Dactylium*
4. Грибные отходы на полу камер культивирования, больные грибы на блоках, отходы на территории фермы - источник роста и развития инфицирования фермы спорами *Dactylium*
5. Повышение устойчивости к фунгицидам как следствие излишне широкого и неправильного употребления фунгицидов для контроля болезней на их небольшом уровне

д. Контроль болезни

Распознавание симптомов (образование волокон, белый, подобный морозным узорам мицелий на покровном слое, пятна на зрелых грибах) и тщательный анализ технологий на ферме необходимы перед инициацией мер контроля. Как упомянуто ранее, споры, приземляющиеся на покровном слое, болезнь быстро не вызывают. Симптомы, возможно, не появятся до третьих волн плодоношения; однако, инфицированный покровный слой - наиболее вероятный источник большинства случаев паутинистой болезни. На ферме с инфицированным компостом, обычно меньше проблем.

Конечно, фунгициды могут использоваться для контроля паутинистой болезни, но есть лишь несколько фунгицидов разрешенных для использования на грибных фермах в Соединенных Штатах. Они - беномил,

триабендазол, и хлороталонил. Хотя триабендазол очень эффективен, есть свидетельство, что *D. dendroides* **быстро к нему привыкает**. Поэтому, рекомендуется использовать триабендазол экономно и в комбинации с хлороталонилом, привыкание к которому еще не было обнаружено. Даже при том, что хлороталонил несколько микотоксичен, уменьшение урожая является относительно небольшим и может оправдать его применение для предотвращения паутинистой болезни.²⁴

В то время как удаление больных или зараженных материалов из камер культивирования очень важно, эти операции могут привести к вспышке инфекции. Простое укрывание участков паутины может привести к рассеиванию спор. Такое же рассеивание спор можно получить при поливах. Уменьшение степени рассеивания спор и распространения паутинистой болезни можно достичь, тщательно укрывая пораженную область грядки бумажным полотенцем перед ее обработкой солью или спиртом или перед поливом. При первых проявлениях симптомов заболевания на ферме необходимо ежедневно проводить по два тщательных обследования всей фермы для выявления новых очагов инфекции. Необходимо фильтровать подаваемый в камеры воздух для защиты ее от инфекции. Выбрасываемый из камер воздух так же необходимо фильтровать для защиты все фермы от распространения инфекции. Нужно избегать образования водяной пленки на поверхности грибов и покровных материалов т.к., в этих условиях обеспечивается быстрый рост *Dactylium*, и проявляются симптомы образования волокон и пятен. Эпидемии паутины часто развиваются, когда на ферме переходят на использование более тяжелых и влажных покровных материалов, если система климатического контроля не обеспечивает увеличение скорости испарения, которая необходима для новых покровных материалов. Как только развитие паутинистой болезни достигнет стадии, когда степень обсеменения территории фермы настолько велика, что с этим уже нельзя справиться только санитарно - гигиеническими методами, все помещения должны быть подвергнуты эффективной дезинфекции.

Фактически, паутинистую болезнь можно легко контролировать при постоянном жестком соблюдении гигиены и при немедленных необходимых действиях при первых признаках ее появления.

3. Зеленые плесени грибов

Большое количество низших грибов легко прорастают в не полностью компостируемых субстратах, в которых сохранился высокий уровень легкодоступных углеводов. Такое также часто случается на компостах, которые были не полностью пастеризованы. Наиболее часто приходится сталкиваться с *Trichoderma*, *Aspergillus*, и *Penicillium*, которые иногда упоминаются под общим названием "зеленые плесени".¹⁹

В ранних исследованиях сообщалось, что *T. viride* была наиболее частой разновидностью *Trichoderma*, которая захватывала компост и, впоследствии, ингибировала рост мицелия гриба. Hayes³⁶ заявил, что это явление было связано с чрезмерной влажностью компоста его неадекватной пастеризацией, что приводило к неполному преобразованию питательных материалов, необходимых для роста грибов. *Trichoderma koningii* была выявлена как патоген, поражающий те грядки *Agaricus bisporus*, на которых была инвазия почвы на оставшейся мертвой грибной ткани. Рост плесени на грядах пятнами диаметром более 15 - 20 сантиметров происходил буквально за 2 - 3 дня. Хотя зеленые плесени первоначально были обнаружены на фермах, работающих на компостах на основе соломы, шелухи риса, семян хлопчатника и т.п., дереворазрушающие грибы так же часто могут поражаться зеленой плесенью *Trichoderma*. Например, *Kuehneromyces mutabilis*, ныне известный как *Pholida mutabilis*, выращивается в Германии начиная с конца Второй мировой войны и является популярным местным грибом. Этот гриб выращивают на древесине, и наилучшие результаты получали, прикапывая древесные обрубки, на которых гриб был привит и уже растет, на 2/3 их длины почву грядки. Несколько месяцев спустя мицелий развивается в почву, из которой он получает воду и питательные вещества. Почва грядки часто покрывается мицелиальными матами низших грибов, включая *T. viride*. Рост этих "сорных" грибов, не влияет на культивируемый гриб, но они могут ослабить рост гриба, используя субстрат. Техника выращивания дереворазрушающих грибов на прикопанных в почву обрубках применяется при культивировании *Lentinula* в ранние дни его культивирования⁶⁷ и *Dictyophora*. Gramms³² сообщил, что древесина, покрытая почвой грядки, давала втрое больший урожай *K. mutabilis*, чем древесина, не вставленная в почву. Он предположил, что почвы грядки обеспечили мицелию гумус и полезные минералы, обеспечили более постоянную температуру и влажность, и потощали ядовитые метаболиты мицелия. Очевидно, эти функции могут быть нарушены разросшейся *Trichoderma*.

Ospino-Giraldo и другие⁴⁶ дали краткий обзор ранней истории зеленых плесеней, включая описание зеленой плесени, данной Sinden и Hauser в 1953. В прошлом проявления зеленых плесеней происходили только периодически, как правило, на фермах, использующих низкокачественный компост или применяющих - неадекватные санитарные мероприятия. Таким образом, зеленая плесень не была серьезной проблемой, когда производители использовали хорошую гигиену, и надлежащую подготовку и пастеризацию компоста. В 1985, более серьезные вспышки зеленой плесени *Trichoderma* произошли в Ирландии, главным образом в брикетированном компосте. Болезнь была также обнаружена в Англии и Шотландии и сопровождалась 30 % падением урожайности. В Канаде и Соединенных Штатах случались серьезные вспышки зеленой плесени, а в происшедших в 1994-1995 эпидемиях зеленой плесени *Trichoderma* в Пенсильвании потери урожая привели к чрезмерным 20 миллионов \$ убыткам. Болезни, вызываемые зеленой плесенью *Trichoderma*, превратились в главную проблему болезней в грибной промышленности. Обширные исследования были направлены на изучение самого патогена и мер по его контролю.

б. Исследования

Ниже описываются результаты исследований: роль мицелия в болезни; экспрессия зеленой плесени в компосте; использования молекулярных технологий в установлении идентичности штаммов *Trichoderma* вызывающих болезнь, и, наконец, меры, полезные в контроле болезни.

1. Роль мицелия

О многих существенных результатах сообщил Fletcher²² в результате его исследований грибного мицелия и развития плесени *Trichoderma* в компосте. Fletcher предпочитает использовать "плесень компоста *Trichoderma*" вместо "зеленая плесень", чтобы различить проблемы зеленой плесени в компосте и зеленой плесени, встречающейся в других местах, таких как (1) древесина поддонов, или (2) остатки грибов, оставленных покровных материалах, или (3) плесень, вызывающая пятна на шляпках букв грибов. Начальное исследование Fletcher было проведено для определения, может ли компост Фазы II служить средой для *Trichoderma*. Было найдено, что компост Фазы II **не** поддерживал рост *T. harzianum*, даже когда использовались высокие дозы инокулюма, но что незасеянный мицелием гриба компост Фазы II действительно содержал жизнеспособные клетки *T. harzianum* даже когда не было никаких видимых признаков роста мицелия *T. harzianum* или ее споруляции в компосте. Когда компост был инокулирован мицелием гриба, и впоследствии колонизирован *Agaricus bisporus*, население *T. harzianum* уменьшилось до не обнаруживаемых уровней. В отсутствие *Agaricus*, но при добавлении в компост автоклавированного зерна пшеницы, наблюдали увеличение населения *Trichoderma*. Таким образом, пришли к заключению, что зерновые зерна, вероятно, играют важную роль в развитии "плесени компоста *Trichoderma*". Открытие, которое привело к дальнейшим экспериментам со следующими результатами:

- *Trichoderma* действительно развивался в компосте, когда инокулюм был помещен на пищевую базу, такую как автоклавированное зерно пшеницы, но не при помещении в инертные материалы, такие как перлит или вермикулит.
- Когда мицелий и компост были инокулированы проросшими спорами *Trichoderma*, проросшие споры были неспособны выдержать рост на компосте Фазы II вдали от зерен пшеницы. Однако было найдено, что маленькие части зерна были в состоянии поддержать рост *T. harzianum* на компосте Фазы II.
- Когда различные концентрации спор добавлялись к зерновому мицелию, *T. harzianum* развивалась лишь при максимальных концентрациях.
- Температурные исследования показали, что при 15°C, *T. harzianum* может колонизировать зерна прежде, чем *A. bisporus* сформировал защитный барьер, и также что *T. harzianum* будет расти при температуре, равной или выше, чем 30°C. И это при быстром уменьшении скорости роста мицелия *A. bisporus* при температуре выше 28°C, и гибели мицелия, происходящей, как сообщают, при 32°C, таким образом устраняя или уменьшая защитный барьер компоста Фазы II.

Различные изоляты *T. harzianum*, были протестированы на их способность ингибировать рост *A. bisporus*, и было обнаружено значительное отличие для разных изолятов.

При исследовании *Trichoderma* было найдено, что обработка зернового мицелия 20-ppm раствором карбендазима, предотвращает развитие *T. harzianum* без отрицательных воздействий на рост *A. bisporus*.

Было проведено исследование чтобы определить, необходимо ли присутствие зерновок мицелия в компосте для развития в нем инфекции *Trichoderma*, потому что более ранние исследования показали, что в хорошем компосте плесень *Trichoderma* развивается только при внесении в него зерен злаковых культур.²² Результаты экспериментов, выполненных Rinker и Alm⁴⁸, показали, что внесение в компост как зерновок мицелия, так и автоклавированного зерна поддерживало развитие зеленых плесеней. Что приводило к решительному снижению урожайности грибов. Эти эксперименты были выполнены с биотипом *Trichoderma* Th4, тогда как в ранее упомянутых экспериментах Fletcher использовал биотип Th2. Заключение из исследования Rinker и Alm - *T. harzianum* (биотип Th4) не нуждается в злаковом зерне, чтобы начать развитие в компосте.

Эти исследования привели к дальнейшему уточнению роли зерновок мицелия для развития болезни зеленой плесени, вызываемой именно *T. harzianum* биотип Th4. Мицелий перед его использованием хранили в холодильнике в течение 12 месяцев. В некоторых экспериментах мицелий перед инокуляцией согревали до комнатной температуры, и в других инокуляцию проводили холодным мицелием. Результаты этого эксперимента: ни время хранения в холодильнике, ни период согревания его перед использованием не влияли ни на число колоний зеленой плесени ни на их размер. Не было обнаружено достоверного влияния этих факторов ни на уровень, ни на серьезность болезни зеленой плесени *Trichoderma*. Затем были проверено влияние типа зерна (рожь или просо), используемого для приготовления мицелия *Agaricus* и дозы мицелия для инокуляции компоста. Результаты: не было никакого влияния на развитие болезни между мицелием ржи и мицелием проса, удвоение дозы мицелия по сравнению с нормой также не влияло на проявление болезни или степень поражения ею компоста.⁴⁷

2. Влияние обогащения компоста

Gandy²⁷ сообщил, что после добавления сахара в грибной компост Фазы II, компост был быстро колонизирован *Trichoderma*. На Британских островах биотип Th2 *T. harzianum* был ответственен за большие потери урожая, тогда как в Северной Америке за потери в урожае понесенными грибными производителями ответственен биотип Th4. Итак, Rinker и Alm⁴⁸ использовали биотип Th4 в их исследованиях эффекта влияния добавок к компосту на развитие инфекции *Trichoderma* на коммерческих грибных фермах. В своих исследованиях Rinker и Alm обогащали компост различными коммерческими добавками приложениями либо при инокуляции мицелием гриба, либо прежде перед нанесением покровного материала, и затем инокулировали его споровой суспензией с концентрацией спор биотипа Th4 = 1 - 2 миллиардов. Суспензия спор вносилась пипеткой на дно отверстий на глубину 5 см ниже поверхности компоста в центре каждого поддона. Добавки, внесенные или при инокуляции или при нанесении покровного материала, увеличивали пораженные ростом зеленой плесени области - не продуктивные области. Было замечено, что инфицирование биотипом Th4 во время нанесения покровного материала было менее разрушительным для урожая, чем инфицирование при инокуляции. Из пяти проверенных специальных коммерческих добавок наименьшим стимулирующим действием на зеленую плесень обладала Campbell's S-41. Компост, обогащенный S-41, увеличил грибной урожай, но S-41 содержал в составе ингибирующую плесени добавку - трибендазол. При

дальнейшем добавлении беномипа к S-41 было получено дополнительное уменьшение симптомов болезни на компосте. С коммерческими добавками S-41 и Feather Meal, урожай грибов был значительно больше, чем в контроле - исходный компост без добавок и без заражения его биотипом Th4. Rinker и Alm заявляют, что необходимо точно определяться как с выбором коммерческой обогащающей добавки, так и со временем ее внесения. Эти факторы будут зависеть от полного инфекционного давления на конкретную грибную ферму. Хотя использование обогащающих добавок может дать увеличение урожая, рост инфекции может привести к убыткам.

3. Molecular Technologies

Молекулярные технологии очень важны в получении знаний о болезнях зеленой плесени. В частности, они использовались: чтобы различить агрессивные и неагрессивные формы *T. harzianum*, которые морфологически подобны; для определения преобладающего типа зеленой плесени на коммерческих грибных фермах. В результате этих исследований был разработан клинический тест на быстрое определение агрессивного биотипа *T. harzianum* (Th2 в Европе и Th4 в Северной Америке).⁴⁶ Анализ полиморфизма длины рестриктных фрагментов (RFLP) успешно использовался для разделения различных выделенных штаммов патогена на группы. В одном исследовании, 81 изоляты *Trichoderma* из грибного компоста, были изучены анализом RFLP рибосомальной ДНК и митохондриальной ДНК. Эти изоляты смогли отнести к 3-м основным группам. Дополнительная молекулярная технология, названная "случайный усиленный полиморфный анализ ДНК (RAPD)" подтвердила это разбиение на группы.

Поскольку морфологические особенности изолятов могут очень сильно меняться от одного к другому и, потому что, их морфология зависит от изменения экологических условия, разновидностей *Trichoderma* и их взаимодействий теперь изучается молекулярными методами и компьютеризированным анализом. Например, для зеленой плесени, происходящей из различных континентов, было бы полезно знать взаимоотношение различных выделенных типов, так же как и происхождение различных биотипов. Для таких филогенетических исследований выполняется молекулярный анализ определенных областей их ДНК методами RFLP или RAPD. Степень подобия ДНК последовательностей штаммов коррелирует с их родственной близостью. У организмов, которые отдаленно связаны, есть подобие только в тех областях ДНК, которые не могут измениться, не оказывая вредное или, по крайней мере, существенное влияние на жизнеспособность. Близко родственные организмы показывают различия в областях ДНК, где изменчивость не оказывает значимого влияния. Так, в результате исследований последовательностей ДНК шести изолятов зеленых плесеней было показано, что они относятся к двум родственным группам.

- Группа I включала биотип Th1 и агрессивные биотипы Th2 (Европа) и Th4 (Северная Америка)
- Группа II включала биотип Th3

Филогенетическое дерево, полученное при использовании молекулярных данных, показало, что Th1 является предком для агрессивных типов Th2 и Th4.⁴⁶

Обширная научно-исследовательская работа по причинам возникновения, почвенным факторам, и контролю зеленых плесеней грибов была выполнена в Государственном Университете Пенсильвании на деньги Министерства Сельского Хозяйства Пенсильвании, используя услуги Грибного Исследовательского Центра Государственного Университета Пенсильвании. Результаты исследования были представлены в ряде статей.^{51,52,54}

Вот некоторые из важных выводов из этих исследований:

- Показано, что именно биотип Th4 *Trichoderma harzianum* был причиной зеленых плесневых заболеваний на грибных фермах Пенсильвании
- Разработан клинический тест, включающий генетические методы "снятия отпечатков пальцев" ДНК для быстрого обнаружения биотипа Th4, что сделало возможным раннее обнаружение и контроль болезни
- Доказано, что именно недавняя интродукция Th4 в культивируемые грибы была причиной эпидемии зеленых плесеней в Пенсильвании
- Показано, что разветвление биологического регулирования численности вида *Trichoderma* на хлебных злаках не было причиной эпидемии зеленых плесеней
- Продемонстрирована эффективность обработанного беномипом мицелия в борьбе с биотипом Th4 зеленой плесени
- Определено, что проявление болезни зеленых плесеней усиливают: внесение зернового мицелия, внесение азотистых питательных добавок при инокуляции, использование покровных материалов с высокой влажностью
- Показано, что поражение компоста Фазы II зеленой плесенью значительно усиливается при низких концентрациях кислорода в газовой фазе во время компостирования Фазы II; и что биотип Th4 не может пережить грамотно проведенной пастеризации компоста Фазы II
- Демонстрация того, что невозможно манипулировать температурой субстрат во время роста мицелия таким образом, чтобы дать преимущество для роста грибного мицелия *Agaricus* по сравнению с зеленой плесенью *Trichoderma*
- Показано, что инвазия зеленой плесени в компост при инокуляции мицелия приводит к большему ущербу, нежели при интродукции *Trichoderma* во время нанесения покровного материала
- Найдено, что "Tetrad" является эффективным агентом, уничтожающим *Trichoderma* на деревянных поверхностях и полах при 24°C
- Показано, что другие компостные плесени могут изменять экспрессию зеленой плесени *Trichoderma*

с. Методы контроля

Ранее представлена некоторая информация по контролю зеленой плесени, но теперь мы обращаем внимание на результаты некоторых исследований, посвященных именно контролю. Первое исследование, которое будет обсуждаться, это работа Grogan и др.,³⁵ который использовал биотип Th2, самый агрессивный штамм *T. harzianum* в Великобритании. Th2 ответственен за серьезные падения урожайности *A. bisporus*. В исследовании сделано много наблюдений, которые достойны упоминания, даже при том, что некоторые из них были представлены ранее в сообщениях о болезни зеленой плесени в Северной Америке, где биотип Th4 является штаммом, ответственным за эпидемии.

Некоторые из их наблюдений и экспериментальных результатов включают следующее:

- Th2 колонизирует грибной компост во время роста мицелия мицелий *A. bisporus* и подавляет его созревание
- В отсутствие злаковых зерен зеленая плесень в компосте не проявляется
- Уже поздно спасать урожай, если есть видимые признаки роста зеленой плесени в субстрате
- Все участки компоста, которые получили мицелий, инфицированный биотипом Th2, понесли падение урожайности вследствие развития зеленой плесени
- При распылении споровой суспензии биотипа Th2 на инокулированный мицелием *A. bisporus* компост при концентрации 10^2 спор на кг компоста не было никакого сокращения урожая грибов, но при концентрации 10^5 спор на кг компоста было 90%-ое падение урожайности

Были проведены дополнительные исследования по использованию фунгицидов для борьбы с зелеными плесеньями.

В некоторых случаях фунгицидом обрабатывали мицелий, в других компост. Grogan и др.³⁵ использовали фунгициды: карбендазим, триабендазол и беномил. Карбендазим дал наилучшие результаты при обработках мицелия. С карбендазими урожайность грибов на инфицированном компосте составила 84 % по сравнению с 100 % контрольного (не инфицированного) компоста и 38 % урожайностью контроля, инфицированного *Trichoderma* биотип Th2 компоста без фунгицидной обработки. Урожайность грибов при обработках триабендазолом составляла - 77 %, с беномилом - 58 %. Когда фунгицид вносили в компост, урожай грибов по сравнению с контролем составил 69 % с беномилом, 71 % с карбендазими, и 44 % с триабендазолом. В этих экспериментах ни один из видов обработок фунгицидами не оказал существенного фототоксического эффекта.

Из этих исследований³⁵ можно сделать обобщенные выводы:

1. Гигиена на грибной ферме чрезвычайно важна. При неадекватной гигиене на ферме даже маленькое проявление зеленой плесени может превратиться в неконтролируемую эпидемию.
2. Низкие уровни *Trichoderma*, биотипа Th2, не оказывали существенное влияние на грибной урожай.
3. Обработка мицелия фунгицидами была более эффективной, чем обработка компоста. Равные эффекты получали при дозах фунгицида 1,15 гр в пересчете на тонну компоста при обработке мицелия, и 70 гр на тонну компоста при прямом внесении его в компост во время инокуляции.
4. С точки зрения правительственного регулирования использования фунгицидов эти исследования показали, что остатки фунгицидов в грибах, выращенных при использовании названных концентраций фунгицидов, не превышали максимальный, разрешенный в Великобритании для карбендазима в грибах.

В Соединенных Штатах было получено разрешение от Государственного Департамента Сельского хозяйства Пенсильвании на использование "Benlate" (беномил) для борьбы с зеленой плесенью *Trichoderma*. Официально получено разрешение на приготовление смесей "Benlate" с гипсом, известью или мелом, и использование этих смесей для того, чтобы покрывать зерна мицелия до их использования в инокуляции компоста.¹

Важное обобщение о контроле зеленой плесени *Trichoderma* - если зерно мицелия защищено фунгицидом, таким образом защищая его от зеленой плесени *T. harzianum* компоста, грибной мицелий будет расти энергично от зерна мицелия в компост. К сожалению, может быть неблагоприятный побочный эффект в том, что и *Verticillium* и *Dactylium* проявили привыкание к бензимидазольным фунгицидам, и таким образом эти сорные грибки, могут стать проблемой. Абсолютно необходимо сочетание жесткой гигиены с использованием фунгицидов с упором именно на гигиену.

Хотя предшествующие работы по заболеваниям зеленой плесенью *Trichoderma* имели дело прежде всего с проблемами, связанными с производством грибов *Agaricus*, эта болезнь может быть проблемой в производстве других съедобных грибов. Первоначальные экспериментальные исследования в Грибном Исследовательском Центре в Государственном Университете Пенсильвании показали, что *T. harzianum* биотип Th4 уничтожил более 75 % урожая вешенки в (*Pleurotus ostreatus*) в двух изученных вспышках инфекции. Поскольку объемы промышленного производства гриба вешенки взлетели в прошлом десятилетии, у заболевания зелеными плесеньями есть потенциал превращения в серьезную угрозу.⁵⁷ Вешенка обычно культивируется на соломыстом пастеризованном субстрате, помещенном в блоки/пакеты. Субстратные блоки помещают в инкубационные помещения с управляемыми параметрами: влажность, температура, и свет. Т.е. имеются прекрасные условия для проявления *Trichoderma*, особенно если на этой же самой ферме выращивается и *A. bisporus*. Поэтому, авторы исследования опять и опять подчеркивают жизненную необходимость программ гигиены.

В статье, описывающей производство *Pleurotus* в Венгрии, Южной Африке и Соединенных Штатах, Germi и др.³⁰ рассматривают общие проблемы вызванными вредителями, включая грибковые заболевания. Они указывают, что, хотя грибки, найденные в субстрате, редко являются настоящими паразитами (чаще конкурентами), но есть множество разновидностей низших грибов, которые служат источником проблем. Борьба с плесеньями с использованием фунгицидов, например беномила, для обработки пастеризованных субстратов вообще-то эффективна в отношении конкурентных грибов. Эти конкуренты - большая проблема в

случаях перегрева субстрата выше 35°C. Кроме того, повышенная температура субстрата может повредить грибной мицелий и уменьшить темпы роста мицелия, таким образом делая субстрат уязвимым для конкурентов, таких как: зеленая плесень *Trichoderma* spp.; *Coprinus*.

VI. НАСЕКОМЫЕ ВРЕДИТЕЛИ и БОЛЕЗНИ

A. ВВЕДЕНИЕ

Присутствие насекомых в грибном культивировании наблюдается с ранних дней грибного сельского хозяйства. Со строительством улучшенных выростных камер, в которых обращено внимание на защиту от проникновения насекомых, Тщательными методиками компостирования, которые уничтожают насекомых и различные другие организмы, присутствующие в куче компоста, популяция насекомых во время инокуляции и инкубации может быть сохранена на управляемом уровне. Большая часть потерь вызвано инфицированием, которое происходит в грядках или при интродукции в покровные материалы, или заносится мухами, которые проникают камеру выращивания через проходы, или трещины, или отверстия в конструкциях здания. Это означает, что производители должны быть осторожными в обслуживании их зданий, включая обследования для выявления возможных путей проникновения насекомых, в том числе и на стадиях приготовления компоста Фазы II. Даже с большой бдительностью в этих делах, насекомые становятся проблемой, и, рутинно, используются пестициды для уменьшения ущерба, наносимого мухами. Это существенно увеличивает текущие производственные расходы, но, так как потери в производстве от одной только мухи sciarid, *Lycoriella mali*, могут составить многие 100 миллионов \$, использование инсектицидов является экономически необходимым.³

Организмы, которыми мы интересуемся в этом разделе, относятся к семействам *Phoridae*, *Sciaridae*, и *Cecidomyiidae*.

=====

Никодем Саксон

ШАМПИНЬОНЫ

ИНТЕНСИВНЫЕ МЕТОДЫ

ПРОИЗВОДСТВА

Киев 2007

7. Анализ возникающих проблем выращивания

Разным сезонам сопутствуют определенные изменения погоды, результаты которых могут быть перенесены на выращивание, особенно если шампиньонница слабо оборудована средствами управления микроклиматом в помещениях для плодоношения. Кроме того, часть производителей делают так мало циклов, что успевают забыть типичные прошлогодние проблемы.

Больше всего проблем производителям приносит **начало сезона**, которое в наших условиях припадает **на вторую половину лета**. Какие факторы способствуют появлению проблем:

высокая температура воздуха днем, особенно когда ей сопутствует высокая влажность воздуха и теплые ночи;

высокая температура компоста после укладки на полки, связанная с ростом его температуры во время перевозки;

рост температуры в компосте как следствие активности мезофильных организмов, так называемый первичный рост температуры компоста;

нагревание конструкции строений, в которых выращивают грибы; слишком низкая мощность вентиляторов и холодильных установок.

Эти факторы, особенно связанные друг с другом, ведут к потерям активности в компосте из-за его перегрева и заселения конкурентными видами грибов. Проведенные в последнее время наблюдения над последствиями высоких температур в компосте во время обрастания в ростовых помещениях указывают на их негативное влияние на плодоношение. Отчетливо видно, что возможность поддержания температуры в компосте на уровне 24-25 °C есть необходимым условием для получения хороших урожаев. При перегреве потери могут быть значительными — до 30-40%.

Летом компост на поверхности часто загнивает. Это происходит при накрывании блоков как бумагой, так и перфорированной пленкой. Динамика этих процессов похожа. Вода, которая находится на поверхности компоста перед его обрастанием грибами, приводит к гниению или переувлажнению компоста, результатом чего становится отсутствие полного обрастания к нужному сроку. Источник воды при накрывании бумагой — лужицы, образующиеся в углублениях компоста либо конденсация под пленкой в случае перфорированной пленки. Усугубляющим фактором есть слабое испарение воды в период, когда температура воздуха в помещении не растет вследствие его нагрева. Этому также способствует большая разница между температурой воздуха и компоста.

Начало сезона летом осложнено массовым появлением и инвазией мушек, а также инфекционных болезней, обычно сухой и белой гнилей. Последние два года наблюдают существенные потери из-за мушек. Вероятность попадания мушек в грибоводню высока, если нет фильтров и избыточного давления воздуха в помещениях. С другой стороны, учащается появление грибных мушек. Как известно, инсектициды, применяемые в грибоводстве, действуют исключительно против одного рода мушек, а их существует несколько. Поэтому летом так важно защитить компост от попадания в него личинок.

В связи с трудностями правильного проведения шока, вызванными невозможностью эффективного понижения температуры воздуха и компоста, завязи шампиньонов образовывается слишком мало. Частично эту проблему возможно решить, способствуя более высокому выходу грибочков и провоцируя завязывание поливом с крупными каплями в первые дни шока. При этом следует удерживать сильное движение воздуха для увеличения испарения воды с поверхности покровки, понижая этим температуру поверхности.

Осень, в свою очередь, связана с двумя проблемами, которые вызваны значительной изменчивостью внешней погоды, а также связанной с ней излишней влажностью после шока. Они возникают из-за большой разницы температур дня и ночи, когда следует принимать решение о начале отопления. Это ведет к поддержанию высокой влажности в помещениях для плодоношения, что способствует завязыванию. Временами даже возникают проблемы с торможением роста грибочков. Но определенно можно говорить об усложнении роста завязи и плодовых тел. Как следствие, имеем гибель второго, а особенно третьего поколения, а также ухудшение роста и качества плодовых тел. Негативные результаты наблюдаются особенно при выращивании промежуточных штаммов. Отсюда

возникает необходимость тщательного наблюдения за поведением в цикле выращивания после шока, периодическое отопление помещений для предотвращения снижения влажности, ночью, а также контроль за чрезмерным ростом температуры воздуха днем.

Зима — наиболее благоприятное время для выращивания шампиньонов, однако, к сожалению, несет с собой и ряд проблем. Случается переохлаждение компоста, в основном при перевозке. Следует помнить, что компост имеет пониженную температуру, однако она очень разнится, и поэтому ее следует поднять одновременным выравниванием температуры в разных блоках. Не следует забывать, что период обростания увеличится на время, необходимое для нагревания блоков.

Грибница на поверхности засыхает из-за невозможности поддержания зимой высокой и постоянной влажности во время шока. Это связано с нагревом воздуха, во время которого его влажность понижается. При выходе грибницы на поверхность достаточно нескольких часов пониженной влажности, чтобы поверхность подсохла. Поэтому при выращивании промежуточных штаммов следует «вязать» глубже, начиная шок раньше и «по-черному». При более высоком выходе грибницы нужно поливать водой через ситечко и затуманивать, чтобы удерживать росу на грибнице штаммов группы U-3.

Чрезмерное завязывание часто встречается там, где во время шока температура воздуха ночью очень сильно опускается. Особенно уязвимы штаммы группы U-3. Проблем меньше, если температура в компосте выше, а грибница продолжает рост.

На потерю активности «обречены» те циклы, в которых температура воздуха очень часто падает ниже требуемого уровня, особенно при интенсивном движении воздуха. При потере активности следует считаться с развитием болезней, особенно паутинки, трудностями в поддержании роста завязи и хорошего качества плодовых тел. Фактором, нивелирующим эти проблемы, является удержание влажности воздуха на 2-3% ниже той, которую удерживаем при нормальной активности компоста и уменьшенном движении воздуха.

Весной проблемы внешне похожи на осенние, например, избыточная влажность после шока, а также затрудненный рост завязи из-за сближения температур воздуха и компоста. Но ситуация противоположна осенней. Если осенью температуры имеют тенденцию к понижению, в результате чего легко потерять активность, то весной мы имеем дело с ростом температуры. Это также ведет к понижению активности. Разница температур между воздухом и компостом возникает не в результате снижения температуры в компосте, а в результате неконтролируемого роста температуры воздуха. Это особенно вредно во время роста завязи, поскольку может привести к ее уничтожению и задержке роста. Тем самым не достигаются запланированные плотность плодовых тел и возможный урожай. Однако, изменения погоды из-за своей кратковременности не вызывают значительных потерь. Иначе обстоит дело летом.

Первая половина лета — возможность длительных периодов высоких температур не только днем, но и ночью. Следствием может стать редкое вязание из-за невозможности проведения глубокого шока. Последующие трудности состоят в поддержке роста отдельных поколений из-за значительного скачка температуры воздуха над компостом, а также проблем понижения температуры и влажности воздуха.

■ ■ ■

Это не только уменьшает урожай, но и значительно ухудшает качество грибов. Начинается также перелет мушек.

Погода оказывает сильное влияние на плодоношение шампиньонов, а смена сезонов может вызывать ряд серьезных проблем, которые в конечном результате влияют на урожай.

■ ■ ■

Перед началом сбора пройти помещением для плодоношения и собрать больные грибы в отдельную емкость — лучше в пластиковый мешок и вывезти из грибоводни. Сборщикам нельзя собирать грибы, пораженные болезнями.

■ ■ ■

Собирай грибы ежедневно, желательно два раза в день. После сбора немедленно охлаждай в холодильнике и оберегай от высыхания до момента полного охлаждения или отбора покупателем.

10. Гигиена при выращивании шампиньонов

Шампиньоны интенсивно выращивают круглый год в условиях монокультуры и постоянных атак болезнями и вредителями. Следует помнить, что вся стратегия защиты выращивания шампиньонов основана на предотвращении инфекции болезнями и инвазии вредителей. Большинство болезней шампиньона грибного происхождения. Используемые фунгициды имеют исключительно профилактический характер. Обычно их используют на поверхности покровки для уничтожения прорастающих спор патогенов. Поэтому, основным при защите шампиньона есть поддержание высокого уровня гигиены, а также создание благоприятных условий для роста и развития культивированного гриба. Это обеспечивает также максимальное использование природной стойкости шампиньона, который при хороших условиях развития сам справляется с болезнями.

Важным механизмом, ограничивающим инфекцию, есть избыточное давление воздуха в помещении для плодоношения и обеспечение фильтрами притока свежего воздуха, что защищает от мушек и спор паразитических грибов.

При выращивании шампиньонов принимаем за правило, что цикл заканчивают термической дезинфекцией компоста, потом помещение убирают и моют, а потом снова дезинфицируют. Это значит, что новый цикл начинают в чистом и продезинфицированном помещении.

При выращивании шампиньонов стараемся придерживаться следующих санитарно-гигиенических правил.

Мероприятия по чистоте и профилактике проводят в грибоводне и вокруг нее.

Входы, проезды, полы должны быть бетонированными и гладкими, чтобы облегчить их смыв, а окружающая шампиньонницу земля не должна попадать внутрь. Земля вокруг предприятия обычно инфицирована белой гнилью и, вносимая на подошвах сотрудников предприятия, становится основным источником инфекции покровки в момент нанесения.

Вокруг шампиньонницы всю растительность надо периодически выкашивать, не складывая на кучи, чтобы не давать патогенам возможности выживать в них.

Все отходы и остатки после производства должны быть немедленно удалены из шампиньонницы и ее окружения как можно дальше. Особенно это касается обрезанных ножек и термически не дезинфицированного компоста. Эти отходы не должны находиться вблизи предприятия либо быть запаханнкими в непосредственной близости от него.

Каждый день все сотрудники должны начинать работу в чистой одежде непосредственно после стирки и сушки.

Все действия и посещения производственных помещений должны происходить в порядке от последних до предыдущих закладок. Недопустимо, чтобы сборщицы после сбора и работы в помещениях с 3-й волной переходили в помещения с более ранними стадиями производственного цикла.

Перед началом сбора надо выбрать либо предохранить от распространения все инфицированные места на поверхности покровки. Это делает определенный сотрудник, который после выполнения работы должен сменить свою одежду. Инфицированные грибы лучше всего сначала складывать в пластиковые пакеты, которые завязывают и выносят далеко от шампиньонницы. Сильно инфицированные места накрывают бумажными полотенцами, смоченными дезинфектантом, и засыпают солью. Большие пространства, покрытие, например, не паразитическими зелеными плесеньями, прикрывают пленкой либо заливают раствором медного купороса (20 л воды, 1 кг медного купороса и несколько ложек гашеной извести). Не убирать компост, зараженный зелеными плесеньями во время их сторонения.

Все ящики для сбора грибов, попадающие на предприятие, должны быть новыми, а старые — вымытыми и продезинфицированными. Ящиками переносятся споры сухой гнили, а также зеленые плесени.

Бумагу для накрытия компоста хранить за пределами грибоводни для предотвращения заражения.

Все деревянные конструкции, привезенные для ремонта полов или здания, должны быть сухими и пропитанными защитными средствами. На свежем дереве с живицей быстро развиваются зеленые плесени, особенно при пастеризации «зеленого» компоста в помещении. Инфекция с досок может привести к серьезному поражению компоста или плодовых тел зеленой плесенью.

Держать в чистоте резиновые рукавицы, протирая их картофельной мукой. Часто мыть руки и работать с покрытой головой.

Все действия с допущенными к использованию химическими средствами выполнять в рекомендованные термины и в допустимых концентрациях. Это предотвращает потери при выращивании, обеспечивает ожидаемую эффективность, а потребителям — здоровый продукт питания. Придерживаться правил охраны труда, чтобы не отравиться самому.

Перед входной дверью положить коврик, пропитанный дезинфицирующим средством, которое постоянно подливать. **Полы содержать влажными всегда, когда это возможно. Ежедневно после сбора пол мыть и продезинфицировать.**

11. Подготовка шампиньонницы к новому производственному обороту

Подготовка к новому циклу начинается сразу же по окончании предыдущего.

Термическое обеззараживание

Каждый цикл выращивания, особенно при появлении болезней, должен заканчиваться дезинфекцией, например, термическим обеззараживанием помещения и компоста в нем...

...после предварительной чистки доски убрать и обеззаразить замачиванием, воспользовавшись одним из средств, рекомендованных актуальной программой защиты. В случае отсутствия соответствующих препаратов, пропарить сами доски после их предварительного замачивания;

осмотреть стены, двери, отремонтировать повреждения, а также покрасить поверхности в местах повреждения изолирующей обложки, чтобы не допустить увлажнения стен;

заменить / почистить воздушные фильтры;

вымыть объект.

Большинство людей еще не задумывается, насколько важно мытье для поддержания гигиены в шампиньоннице и вокруг нее. Мытьем можно избавиться почти от 80% загрязнений. Могут непосредственно перед дезинфекцией, что улучшает эффективность ее препаратов. В случае простоя грибоводни, перед ее загрузкой компостом, повторяют как мойку, так и дезинфекцию.

Нужно использовать профессиональные моющие средства. Их состав обычно приспособлен к разным поверхностям: бетон, пленка, металл и т.д. Мыть лучше всего теплой водой.

Идеально подходят мойки высокого давления (± 50 атм.) с 25°C душем и расходом воды около 1000 л/час. Очень хорошие результаты получают при вспенивающихся головках (в этом случае подают готовый или незначительно разбавленный концентрат). При опрыскивании расстояние до объекта мытья должно быть 10-30 см.

...

уничтожать мушек и клещей вокруг грибоводни во время перерыва в выращивании;

в случае интенсивного развития болезней в последнем цикле нужны специальные мероприятия (помещение нужно снова обеззаразить формалином и пропарить пустым, увлажнив перед этим доски);

во время выполнения всех действий, описанных выше, следует помнить о рекомендациях производителя и охране труда.

...

Правильная подготовка помещений перед началом нового производственного оборота
— необходимое и обязательное условие выращивания шампиньонов.

=====

Наиболее характерные заражения грибной культуры, мицелия, субстрата. Аномалии развития плодовых тел.

По материалам www.shroomery.org

Большинство специально выращиваемых грибов растет на стерилизованных субстратах, и если контаминант обосновывается на таком субстрате, он бурно разрастается в отсутствии конкуренции от других контаминантов. В природе, сложные взаимодействия между сотнями других грибов, бактериями, нематодами и т.п. обеспечивают экологическое равновесие. На стерилизованном же субстрате, миколог создает идеальные условия для процветания различной патогенной флоры и фауны. На колонизированных субстратах, заражение обычно вызывается другими патогенными грибами, живущими за счет отходов жизнедеятельности культивируемых грибов, иногда - питаясь тем, что не успели съесть культивируемые грибы, а иногда - поселяясь на самих плодовых телах и мицелии. Единственный соперник в борьбе за питательную среду в данном случае - это, собственно, культивируемые грибы.

Слизь, Закисание, Протухание - *Bacillus* sp.

В банках с зерном (зерновом субстрате - пшенице, рисе и т.п.) данная проблема вызывается *Bacillus*, которые иногда выживают при стерилизации, образуя **эндоспоры**, которые весьма устойчивы к нагреванию. От матово-серой до коричневатой, образующаяся слизь характеризуется сильным неприятным запахом, который обычно описывают как запах протухшего зерна, грязных носков или подгоревшего мяса. *Bacillus* делает не колонизированное мицелием зерно чрезмерно влажным - отсюда и народное название этого недуга - "слизь". Каждое зернышко субстрата как бы обведено вокруг слоем бледно-серого или белого цвета - верный признак заражения этим контаминантом. На этой фотографии хорошо виден белый ободок вокруг зерен.



Bacillus в основном размножаются путем простейшего деления клеток. В неблагоприятных условиях, особенно при повышенной температуре, в каждой родительской клетке формируется значительно усиленная спора - эндоспора, которая может выживать при высокой температуре значительно дольше, чем родительская клетка.

Наиболее практичный метод для избавления от эндоспор предполагает замачивание зерна при комнатной температуре на 12 - 24 часа перед стерилизацией. Все жизнеспособные эндоспоры прорастают за этот период времени и становятся уязвимыми для стандартных стерилизационных процедур. Новые эндоспоры не сформируются во влажной среде покоящейся банки с зерном.

Вот так выглядят бактериальные заражения



Бактериальные "снежинки" - *Pseudomonas tolaasii* (P. fluorescens)

На плодовых телах формируются области поражений - цветом от желтых до коричневых. Обычно области образуются на верхушке шляпки гриба, или в непосредственной близости от верхушки. "Снежинки" появляются, когда грибы стоят обильно увлажненные по 4-6 часов после полива. Бактерия распространяется воздушным путем - с пылью. Профилактика: уменьшением влажности и добавление гипохлорита кальция, в концентрации 150ppm (гипохлорит натрия может обжечь шляпки грибов) в воду для полива. Однако если шляпки так и останутся влажными - обработка воды гипохлоритом эффекта иметь не будет, потому что бактерии будут размножаться со скоростью, сводящей на нет действие этого оксиданта. Шляпки Шиитаки подвержены заражению, вызываемому *Pseudomonas gladioli* (*Burkholderia gladioli*).



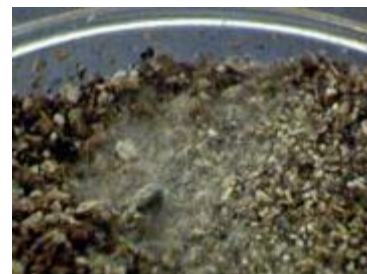
Бактериальные "снежинки"

Паутинная плесень или плесень *Dactylium* (*Hyphomycetes* sp.)

По покровному грунту (кейсингу) разрастается мицелий, напоминающий по форме кусок ваты. Когда этот мицелий достигает поверхности растущего гриба, он покрывает его тонкой паутинкой, что приводит к загниванию. Так же паутинная плесень может паразитировать на грибах, растущих в дикой природе.

Паутинная плесень выглядит темнее обычного мицелия. Цвет ее по большей части - ближе к серому, нежели к белому. Иногда сложно бывает объяснить эти различия в цвете тому, кто не видел эту плесень собственными глазами. Есть и другие отличительные особенности - например, бросающаяся в глаза скорость роста. Маленького участка заражения размером с копейку достаточно для того, чтобы покрыть весь покровный грунт за день - два.

Паутинной плесени благоприятствует высокая влажность. Правильным решением будет снизить влажность и/или активнее проветривать ваше выростное помещение.



Зеленая плесень - *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*

Зеленая плесень, вызываемая *Trichoderma harzianum* (триходерма) может быть описана как агрессивный, белый мицелий, растущий по покровному грунту и по плодовым телам грибов, приводящий к загниванию. Со временем образуется огромная масса ярко-зеленых спор. Сильно зараженный этой плесенью компост быстро теряет питательные вещества и выдыхается. На данный момент это наиболее серьезное заболевание в грибной индустрии повсеместно. Многие грибоводы посыпают солью те места субстрата, где обнаруживается зеленая плесень. Это не эффективно.

Для профилактики этого вида заражений обязательны стерилизационные и дезинфекционные работы. Стопы, посуда, стены, пол и т.д., все должно подвергаться очистке, как можно более тщательной, иначе вы уже никогда не избавитесь от триходермы.

В продаже имеются средства для такой обработки. Посреди прочих, в качестве основного компонента в их состав могут входить хлор-, йод-, фенол- или аммиак-содержащие вещества. Дезинфеканты поверхностей используются в грибоводстве повсеместно - от

дезинфекции оборудования до мытья помещений; для ванночек для обуви. Других представителей *Trichoderma* можно опознать по тому факту, что они не так агрессивны как *T. harzianum*.

Эти виды *Trichoderma* так же образуют споры на поверхности кейсинга и могут образовывать их на зараженных грибах. Присутствие этой плесени говорит об избытке углеводов, который, в свою очередь может быть вызван недостатком азота, или слишком коротким периодом компостирования.

Как сообщают, *T. viride* производит токсины, которые растворяют стенки клеток грибов. Слишком сырой компост, недостаток азота перед пастеризацией, мухи, плохие условия стерильности, анаэробы и прочие факторы влияют на то, появится зеленая плесень или нет.

Очень часто эти контаминанты содержатся в опилках и рано или поздно вы их увидите, если занимаетесь выращиванием грибов. *Trichoderma* часто ошибочно принимается за *Penicillium* или *Aspergillus* (и, соответственно, наоборот); Выглядят все три вида очень похоже, и бывает сложно их различить, если только у вас нет микроскопа.

Некоторые из фотографий приведенных ниже показывают все три вида в подтверждение вышесказанного.



Plate 22 - *Trichoderma*, the Forest Green Mold, contaminating the casing layer.





Коричневая (Коричневая) плесень - *Chromelosporium fulva* (*Peziza ostrachoderma*)

Цвет этой плесени варьирует от желтого до желто-коричневого или коричневого. Растет чрезвычайно быстро, образуя округлые колонии. Этот вид очень распространен в почвах, и часто "расцветает" на отсыревшей древесине. В субстрате, области, которые перегревались во время его колонизации мицелием, могут быть подвержены этой плесени. Неправильно приготовленный субстрат также ускоряет ее рост, но в основном она поселяется на оверлеях (мицелии, проросшем сквозь покровный грунт и образовавшем "плотную шапку"), возможно, питаясь мертвыми микроорганизмами. Этот вид довольно часто встречается на стерилизованной почве. Споры разносятся воздухом.

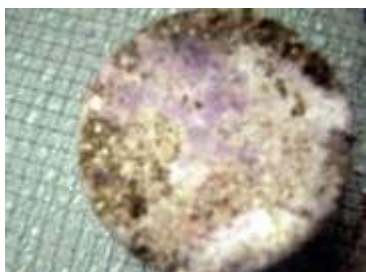
Красная - *Sporendonema purpurescens* (*Geotrichum candidum*)

Этот организм поселяется на субстрате или кейсинге. В процессе роста и созревания спор, цвет плесени меняется с белого до розового, красного и затем грязно-оранжевого. Растет данный вид достаточно медленно, и при этом является достаточно редким видом заражения, потому что растет за счет специфического набора жиров в субстрате.



Розовая - *Neurospora*

Раз от раза встречается и на агаре и на зерне. *Neurospora* растет быстро, и иногда достаточно лишь 24 часа для того, чтобы обросла целая чашка Петри. Распространена повсеместно, поселяется на навозе, почве и на загнивающем растительном материале. Из-за того, что розовая плесень может прорасти сквозь ватные тампоны и фильтры, достаточно одной зараженной банки, пусть даже и закрытой (но с фильтром для воздуха), чтобы заразить остальные банки в лаборатории. Такое обычно случается, если фильтры или ватные тампоны слишком сырые, или влажность снаружи очень высока. Кроме того, споры *Neurospora* начинают прорастать при повышенных температурах. Наиболее часто на плодовых телах грибов селится *Neurospora sitophila*, разрушительный загрязнитель, который весьма сложно вывести. Все зараженные культуры должны быть вынесены из лаборатории и уничтожены. Обязательной является процедура чистки лаборатории. Если заражения продолжают происходить, следует уничтожить все культуры и начать заново.



Желтая - *Sepedonium* spp.

Эта белая, разреженная плесень растет в субстрате во время колонизации его мицелием. С возрастом она меняет цвет от желтого до желто-коричневого. Споры распространяются по воздуху и, имея толстые стенки, могут выживать при высоких температурах. Поселяется на субстратах, которые можно было бы считать идеальными для выращивания грибов.



Черная борода - *Doratomyces* spp.

Этот организм производит черные, пылеподобные споры, которые разлетаются по воздуху как дым, когда их потревожат. Наличие этого загрязнителя говорит о недостаточной пастеризации компоста - в нем осталось слишком много легкоусвояемых углеводов. Пониженная температура компостирования или избыток углеводов, (например целлюлозы) также может быть причиной. Иногда черная борода поселяется в тех местах, которые перегревались при колонизации. Усваивает простые углеводы, но так же может потреблять и липиды. *Doratomyces*, *Aspergillus*, и *Penicillium* производят на свет настолько большое количество спор, что могут возникнуть различные проблемы дыхательного характера - першение в горле и носе, заложенный нос, затрудненное дыхание.

Сине-зеленая плесень - *Penicillium* spp (Пеницилловые)

Множество зелено-голубых спор появляются на поверхности субстрата. Похожа на *Aspergillus*. Благоприятствующие условия для размножения и роста такие же как и у черной бороды. *Penicillium* spp. живет за счет простых углеводов, таких как целлюлоза, крахмал, жир, а также липиды. Этот вид плесени весьма распространен при выращивании специализированных грибов - особенно это касается агаровых и зерновых сред. Споры переносятся по воздуху и распространены повсеместно.



Plate 20 *Penicillium*, the Blue Green Mold and *Cladosporium*, the Dark Green Mold, growing on malt agar media.



"Herpa" - *Aspergillus* sp.

Весьма обычная для агаровой или зерновой культуры плесень. Растет на большинстве органических субстратов, но предпочитает нейтральные или слегка щелочные субстраты. Часто используемые деревянные поддоны и стеллажи для размещения субстрата - те объекты, на которых *Aspergillus* может поселиться.

Разные виды различаются по цвету от желтого до зеленого или черного. Наиболее часто встречаемые экземпляры *Aspergillus* зеленоватого цвета и очень похожи на *Penicillium*.

Aspergillus niger, как следует из его имени, черный; *Aspergillus flavus* желтый; *Aspergillus clavatus* зелено-роубой; *Aspergillus fumigatus* серо-зеленый; а *Aspergillus versicolor* может иметь вообще различную окраску (от зеленоватого до розоватого или желтого). Эти удивительные формы жизни меняют свой цвет и внешний вид в зависимости от субстрата на котором растут. Некоторые виды *Aspergillus* являются термофилами, а некоторые - весьма токсичны. *Aspergillus flavus*, желтая или слегка желтоватая плесень вырабатывает в процессе своей жизнедеятельности афлатоксины - смертельно опасный яд. *A. flavus* селится на зернах с высоким содержанием масла, хранящихся в жарком и влажном климате. Из всех биологически производимых ядов, афлатоксин является самым сильным гепатоканцерогеном обнаруженным на сегодняшний день. (Согласно "Ядовитым растениям и животным СССР", смерть наступает в течение нескольких суток из-за необратимых поражений печени). Токсичность этих видов была по большей части неизвестна вплоть до 1960-х, когда в Британии неожиданно скончались большое количество турок.

Из-за того, что *A. flavus* растет практически на любом зерне, этот вид плесени должен стать предметом пристального внимания со стороны профессиональных микологов и любителей, выращивающих грибы в домашних условиях. *Aspergillus fumigatus* и *Aspergillus niger*, два устойчивых к повышенной температуре вида, которые в повышенных концентрациях опасны для человека. Существует один из видов удушья, называемый аспергиллиозис или "Болезнь грибовода" ("Mushroom Worker's Lung Disease"). Использованный субстрат - обычное место, где можно найти *Aspergillus fumigatus*.



Plate 21 *Aspergillus*, the Green Mold, growing on malt agar media.



Aspergillus flavus



Aspergillus nidulaus



Aspergillus niger



Aspergillus flavus

Навозник - *Coprinus* spp.

Появление этих друзей говорит об избытке свободного аммиака - источника азота в компосте. Их симпатичные серые шляпки сами быстро разлагаются. Навозники обычно вырастают у тех незадачливых грибоводов, которые плохо пастеризуют компост - либо не выдерживают температурный интервал (46 - 57 °C, от 3 до 4 суток) или изначально имеют в своем субстрате много азотистых соединений. Термофильным бактериям (при пастеризации) не удается переработать большое количество аммиака, и он остается в свободном виде. Этот гриб растет исключительно на целлюлозе.



Oedocephalum (Коричневая) - Oedocephalum spp.

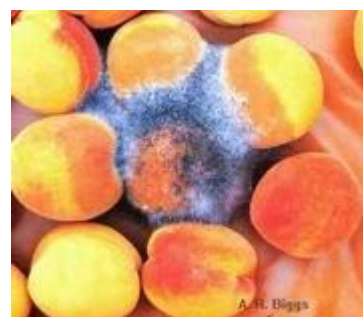
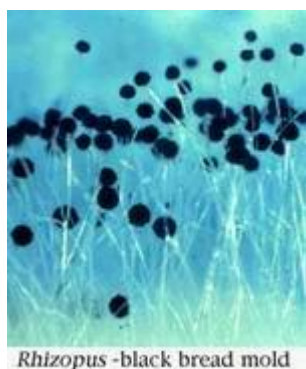
Этот вид плесени растет по поверхности компоста, меняя свой цвет от светло серого на этапе роста до коричневого на этапе созревания спор. Oedocephalum формирует вертикально стоящие структуры, несущие на себе круглые коробочки со спорами. Наличие этого загрязнителя опять-таки говорит о том, что аммиак и аминокислоты не были полностью разложены бактериями на этапе пастеризации субстрата. Возможной причиной того, что бактерии не справились с переводом азота в белок, может так же быть недостаток CO₂. Экология этого гриба похожа на экологию навозника, и частенько эта плесень рядом с ним и селится.

Оливковая - Chaetomium spp.

Спороносные структуры этой плесени выглядят как оливково-зеленые сердечки, примерно 1.5 мм диаметром, растут на компосте. Несмотря на то, что устойчивые к высокой температуре споры этой плесени выживают при шестичасовом нагревании до 60 °C, этот вид заражения встречается только в субстрате, во второй фазе пастеризации, особенно при недостаточной вентиляции. Недостаток кислорода в момент, когда температура компоста поднимается до 61 °C, благоприятствует образованию веществ, которые обычно производятся анаэробами. Эти вещества токсичны для растущего мицелия, но они утилизируются оливковой плесенью. Растет исключительно на целлюлозе.

Булавочная - Rhizopus spp.

Очень быстро растущий низкий гриб. Когда настает время рассеивания спор, этот организм формирует много длинных, антенноподобных гифов, каждый из которых украшен черной головкой (как булавка - отсюда и название). Растет за счет простых углеводов. Как *Aspergillus* и *Penicillium*, представители данного вида в основном поражают зерновые субстраты. Также довольно часто встречается на соломе.



Гипсовая и мучная плесень - Papulaspora byssina, Thielavia thermophila, Botryotrichum piluliferum, Trichothecium spp., и многие другие

Так же, как многие другие загрязнители, этот живет за счет избытка свободного, не переработанного термофильной микрофлорой, азота. Довольно часто их можно обнаружить в новом, еще не готовом компосте - они образуют вытянутые гифы, напоминающие штукатурку или гипс. Белая мучнистая плесень *Botryotrichum piluliferum* образует плотные белые колонии. *T. thermophila* - как следует из ее названия - термофил, и эта отличительная черта данного вида может использоваться для идентификации этого загрязнителя. *T. thermophila* может бурно разрастись в последние дни приготовления компоста. Наличие этой плесени говорит о том, что в процессе колонизации в субстрате были слишком жаркие для мицелия области, где он не мог нормально расти (эти области затем становятся черными). Коричневая мучнистая *Papulaspora byssina* образует плотные колонии коричневого цвета на компосте.



"Французская зараза" - изометрический вирус

Симптомы заражения этим вирусом включают дегенеративные изменения мицелия, подавление плодоношения, высокий процент смертности среди грибов. Все это сопровождается постепенным исчезновением грибного мицелия. Зараженные грибы выглядят не такими белыми и по форме больше похожи на барабанную палочку. Другие симптомы включают карликовость, слишком раннее открытие вуали, образование вытянутой веретенообразной ножки с очень маленькой шляпкой, образование утолщенных стеблей с плоскими шляпками, и недоразвитыми или отсутствующими гимениальными пластинками.

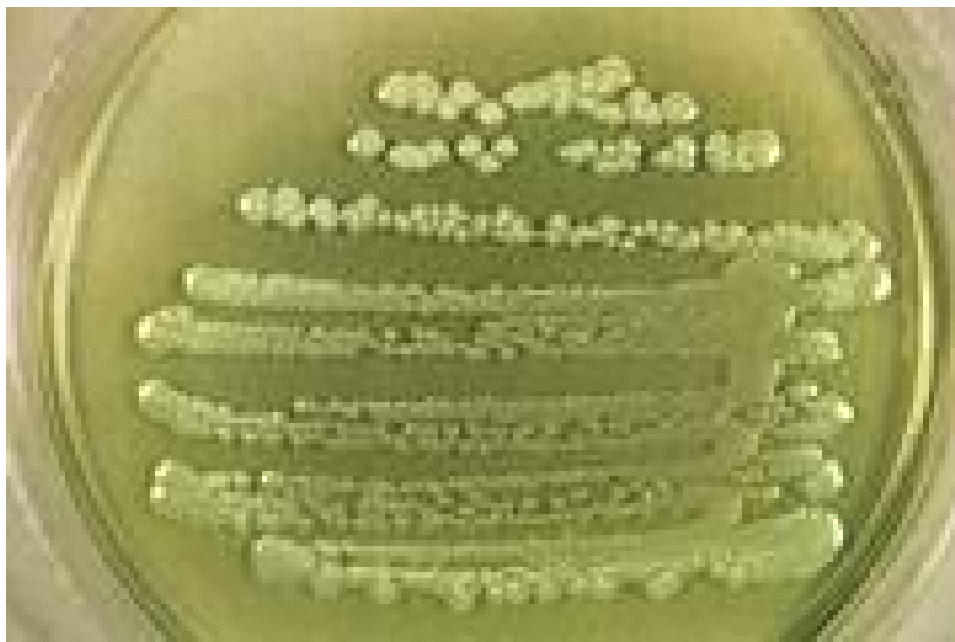
Такие грибы следует собирать до того, как вуаль откроется (потому, что споры могут переносить вирус (до 75% заражений происходит из-за залетевших инфицированных спор другого гриба)).

Необходима обязательная тепловая обработка инструментария, помещений и всех деревянных конструкций, с которыми мог контактировать инфицированный субстрат. Следует подвергать тепловой обработке в течение 6 часов при температуре не менее 63 °C. В 1962-ом году Холлингс первым обнаружил вирусы в грибах, и это было первое сообщение, подтверждающее тот факт, что грибы могут быть инфицированы вирусом. Другой вирус, с липидной мембраной обнаруживается практически на всех гибридных рассадах - его действие пока не известно. В наше время ПЦР диагностика широко используется в грибоводами для раннего обнаружения инфекции.

Вирусы, если не производить должных профилактических мероприятий, могут очень быстро полностью парализовать работу вашего грибного хозяйства.

Pseudomonas aeruginosa

Симптом инфицирования шляпочных грибов состоит в том, что ножка гриба искривлена, а основание ножки сильно обрастает мицелием. Внутри образуются вытянутые, наполненные водой прожилки. Шляпки наклонены и очень маленькие. Ткань гриба становится губчатой и сухой (мумифицируется). Для борьбы с этим недугом рекомендуется избавиться от свободной воды и провести обычные дезинфекционные процедуры.



Колония *Pseudomonas aeruginosa* на агаровой среде

Мокрые пузыри - *Mycogone perniciosa*

Для грибов, пораженных этим контаминантом характерно наличие вздутой ножки и маленькой или деформированной шляпки. Ткань с возрастом не дифференцируется, становится некротической и мокрой, начинается загнивание с резким запахом. Желтые капли жидкости выделяются на пораженных грибах. Грибы становятся коричневыми и могут превращаться в пузыри размером с грейпфрут. Этот контаминант распространяется вместе с атмосферной пылью, с кейсинга на кейсинг. Общепринятое средство для борьбы с этой заразой – СПОРГОН (Sporogone), которое так же эффективно в отношении *Verticillium* (см ниже). Описанное заболевание широко распространено в Китае.



Сухие пузыри -*Verticillium*

Заболевание вызывается *Verticillium*, который образует весьма липкие споры. Симптоматика может меняться в зависимости от стадии развития гриба на момент заражения. Ранние заражения примордий приводят к тому, что примордии не развиваются, становятся серыми/коричневыми. Инфицирование в более поздних стадиях приводит к утолщению ножки, особенно у основания, скрючиванию гриба, изгибанию шляпки, и изменению направления роста "шелушинок" на ножке гриба. Инфицирование шляпки гриба случается на самых поздних стадиях развития гриба и проявляется в округлых пятнах на поверхности шляпки, изначально светло-коричневого цвета, которые с возрастом становятся серыми.



Verticillium sp. часто заводится в почве, которая и является основным источником заражения. Тем не менее, достаточно часто инфекция переносится в кейсинге, мухами или при передаче оборудования или тары с фермы на ферму. Споры могут долгое время лежать, ожидая условий для прорастания; как только они соприкасаются с грибным мицелием, начинается их рост.

Из-за того, что споры весьма липкие, зараза распространяется на частицах пыли по воздуху - часто из старого отработанного субстрата или старого, высохшего кейка. Эта пыль может инфицировать свежий субстрат или кейсинг. В зависимости от того, где произошло заражение (на теле гриба) можно судить о том, произошло оно на ранней стадии или на поздней. Например, поражение примордий говорит о том, что инфицирование произошло во время инкубации или при кейсинге. Поражение на поздних стадиях может говорить о том, что инфекция была привнесена извне.

При попадании инфекции с мухами или водой, уже во второй волне до 30% грибных тел инфицировано, и, скорее всего, с последней волной будут инфицированы все тела.

Во избежание заражений этим видом, следует выполнять следующие процедуры:

- Избегать перемещения земли рядом с грибными камерами, особенно, при наличии сквозняков.
- Принимать меры для того, чтобы в вашей лаборатории не собиралась пыль.
- Очень важно избавиться от мух, если они есть.
- Инфицированные грибы должны быть **немедленно и осторожно удалены** смоченной в дезинфектанте тряпкой и брошены в емкость с дезинфектантом. **Немедленно вывезены за пределы фермы или сожжены.**
- Столовая соль используется лишь как угнетающий агент против *Verticillium*

Аномалии развития

Некоторые аномалии развития имеют не биотическое происхождение. Наиболее часто встречающиеся:

Покоричневение

Тирозиназа (фенолаза) - основной фермент, отвечающий за коричневую окраску пластинчатых грибов. Добавление хлорида кальция в воду для поливов немного устраняет проблему, т.к. упрочняет вакуольные мембраны (и, таким образом, тирозиназа не высвобождается)

Аномалии формы

Физиологически обусловленные аномалии формы, шляпки или ткани плодового тела гриба, вуаль рвется слишком рано. Могут вызываться загрязнениями нефтепродуктами, некоторыми видами инфекций и генетическими отклонениями. Например, пустотелая ножка гриба в сочетании с сильно коричневой шляпкой говорит о стрессе из-за избытка воды, хотя истинная причина пока не известна (полость хорошо прощупывается у сухого гриба - прим. перев.). Длинные, но с небольшими шляпками плодовые тела обычно говорят о недостатке света и/или свежего воздуха

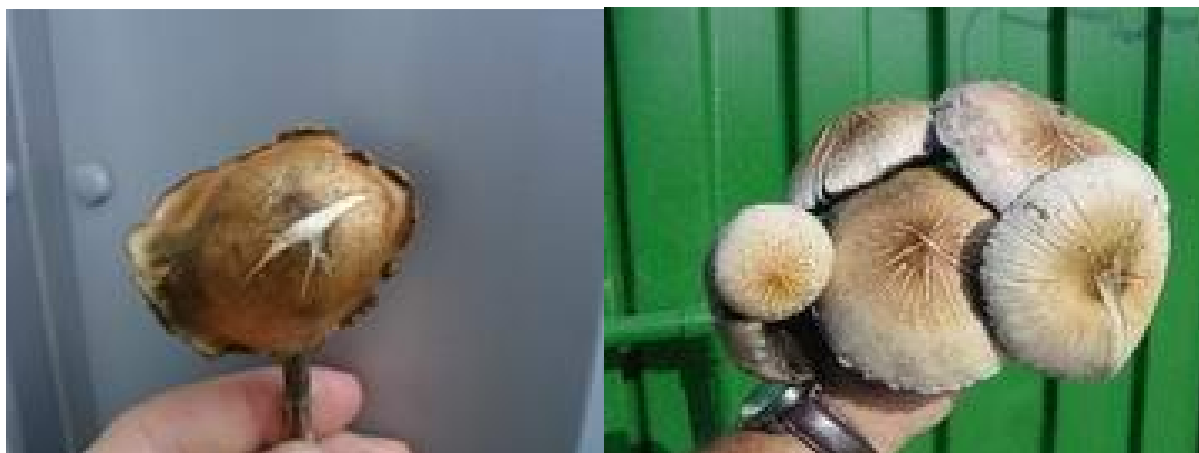
"Розочка"

Выглядит как розовато-фиолетовая ткань, часто - ноздреватая, иногда похожая на спороносный слой, развивается на поверхности шляпки гриба. Считается, что такая аномалия вызывается загрязнением нефтепродуктами.



Растрескивание

Это не аномалия - это естественная реакция шляпки гриба на слишком сухой воздух.



Строма (сплетение гиф грибов)

Плотный мицелий без образования плодовых тел. Строма случается, если субстрат с мицелием подвергался воздействию выхлопного газа, бензиновых или нефтяных испарений, других субстанций. Иногда случается при чрезмерной сухости.

Слезы

Грибы иногда начинают выделять воду из шляпок в виде капель. Достоверно не известна причина такого поведения, но было замечено, что чаще всего такое происходит при повышенной влажности покрова и недостаточной влажности субстрата.



GROWING GOURMENT and MEDICINAL MUSHROOMS

a companion guide to

THE MUSHROOM CULTIVATOR

by

Paul Stamets

ШЕСТЬ ВЕКТОРОВ КОНТАМИНАЦИИ

Культивирование грибного мицелия в лаборатории (или грибов на ферме) не эквивалентно культивированию контаминантов. Диагностирование источника контаминации, и переносчика инфекции или пути передачи заразы - ключ к культивированию грибов. За эти годы, я идентифицировал 6 различных отдельных векторов передачи инфекции. Если контаминант обнаружен на производстве, культиватор должен исследовать каждую категорию переноса инфекции (вектор контаминации), как являющуюся возможной причиной проблемы. Методом исключения несчастный культиватор может определить переносчик инфекции, посредством которого распространяется инфекция. Однажды обнаруженный вектор контаминации должен быть уничтожен и угроза устранена. Если действует один путь передачи инфекции, то множество видов контаминантов одновременно проходит через него, путая диагнозы неопытных культиваторов.

Главными векторами контаминации являются:

1. Персонал (люди)
2. Воздух
3. Субстрат (среды)
4. Инструменты и оборудование
5. Мицелий (посевной материал)
6. Мобильные Заразные Частицы (MCU's)

Наиважнейшие коэффициенты, относящиеся к каждому вектору контаминации, являются: концентрация контаминантов и время экспозиции. Чем больше каждый из них, тем хуже инвазия. Эта книга не входит в детали идентификации наиболее частых контаминантов. Однако, в моей предыдущей книге, "The Mushroom Cultivator", созданный в соавторстве с Jeff Chilton, есть обширные главы по идентификации плесеней, бактерий и насекомых. Для идентификации контаминантов рекомендую читателю обратиться к тому руководству. Все инфекции возможно предотвратить последовательно исключая эти Шесть Векторов Контаминации.

1. Вы лично и Ваш персонал:

Человеческое тело изобильно популяциями микроорганизмов. Разнообразные разновидности грибов (включая дрожжи), бактерии и вирусы называют Ваше тело своим домом. Когда Вы здоровы, популяции этих микроорганизмов добиваются равновесия. Когда Вы больны, одна или более из этих групп неконтролируемо размножаются. Следовательно, нездоровые люди не должны находиться в стерильной лаборатории, чтобы их болезнетворные микроорганизмы не разбежались вокруг и не распространились в опасных количествах.

Наиболее часто, контаминанты попадают стерильную лабораторию прямым контактом или через дыхание. Также, отслаивание частичек кожи - прямая причина. Много культиваторов носят перчатки, чтобы минимизировать угрозу перенесенных частичками кожи контаминантов. Я, лично, нахожу лабораторные перчатки неудобными и предпочитаю мыть мои руки каждые 20 или 30 минут с антибактериальным мылом. Дополнительно я дезинфицирую свои руки 80%-ым изопропиловым спиртом перед инокуляцией и каждые несколько минут в процессе работы.

2. Воздух:

Воздух может быть описан как море микроорганизмов, учитывая невидимые контаминанты, которые немедленно инфицируют однажды приоткрытые стерильные среды (субстраты). Множество частиц остаются взвешенными. Когда человек идет в лабораторию, он не только вносит на себе сторонние контаминанты, которые станут "бортовыми", но и его движение беспокоит покрытый контаминантами пол, повторно поднимая заразу в атмосферу лаборатории.

Несколько приемов могут предотвратить этот вектор контаминации.

Первое эмпирическое правило: должно всегда быть по крайней мере три двери от "грязной зоны" до входа в стерильную лабораторию. В каждой комнате или отсеке должно, по умолчанию, быть тем меньше бортовых взвешенных микрочастиц, чем ближе они к лаборатории.

Во-вторых: за счет избыточного давления стерильного воздуха в лаборатория (подача воздуха через микронные фильтры), воздушный поток будет естественно направлен навстречу входящему персоналу. (Эскиз воздушной системы для лаборатории см. Приложение I).

Те, кто не устанавливают микронные фильтры, могут использовать несколько альтернативных средств. К сожалению, ни один из них удовлетворительно не сравнивается с эффективностью микронных фильтров. "Все-еще-воздушные" лаборатории используют воздушные аэрозоли или коммерческих дезинфицирующих средств, например, Pinesol®, или аэрозоли разведенных растворов изопропилового спирта или отбеливателя. Культиватор входит в рабочую область, и распыляет туман высоко в лаборатории, отступая и пятясь. Поскольку туман дезинфекции спускается, "бортовые" микрочастицы пойманы в ловушку, опускающуюся контаминанты к полу.

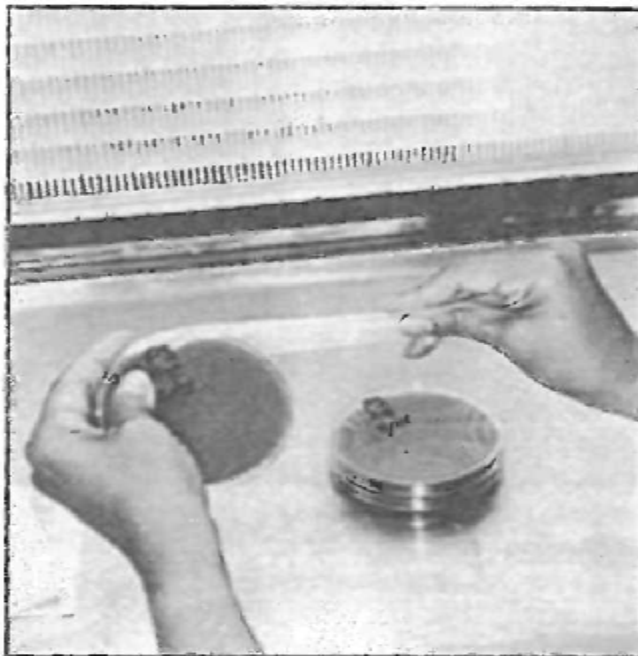


Figure 58 ■ Используйте эластичные пленки, чтобы соединять крышку и основание чашек Петри. Это устраняет шанс бортовой контаминации, попадающей во время инкубации.

Через минуту или две, культиватор возвращается в лабораторию и начинает свою работу. (ВНИМАНИЕ: Вы не должны смешать дезинфицирующие средства на основе отбеливателя и аммониевые. Кроме того, этот метод может потенциально повредить Ваши легкие или слизистые мембраны. Соответствующие предосторожности настоятельно рекомендуются).

Без подачи свежего воздуха уровень углекислого газа естественно повышается и смешивается с метаболитами грибного мицелия. Повышенный уровень углекислого газа вызывает рост контаминантов. Дополнительная проблема с герметичными комнатами инкубации мицелия состоит в том, что с повышением концентрации углекислого газа, концентрация кислорода пропорционально уменьшается, в конечном счете удушая лабораторный персонал. Если нет обмена воздуха, лаборатория становится душной и склонной к контаминации. Так как единственный способ обменять воздух, не вводя контаминанты - подать стерильный воздух, необходима комбинация вентиляторов и микронных фильтров.

Другие культиваторы используют ультрафиолетовые огни, которые уничтожают ДНК всех живых организмов. УФ лампы эффективны при непосредственной экспозиции контаминантов. Однако так как затененные области полностью защищены от УФ воздействия, контаминанты в этих областях остаются незатронутыми. Я за отказ от УФ в пользу микронных фильтров. Однако многие другие предпочитают их использование. Отметьте, что дверь лаборатории должна быть электрически подключена к выключателю УФ света так, чтобы лампа выключалась при входе персонала. Очевидно, экспозиция УФ светом - потенциальная угроза здоровью людей (рак кожи, повреждение роговой оболочки глаза).

Часто, переносчик воздушной контаминации легко обнаружить по следам, которые они формируют на чашках Петри. Бортовые контаминанты попадают на чашки Петри или в то время, когда крышка открыта (во время заливки или инокуляции), или во время инкубации. Когда чашка открыта, бортовая контаминация может распространиться равномерно по поверхности питательной среды. Во время инкубации контаминанты вползают и формируют колонии по внутренней периферии чашки Петри. Этот последний эффект наиболее распространен в лабораториях с маргинальной чистотой. Простой прием состоит в том, чтобы запечатать эластичной пленкой вместе крышку и основание чашки Петри непосредственно после заливки и/или инокуляции, например, используя восковые упртые пленки.

Один полезный прием для определения этого вектора контаминации - необходимо оставить некоторые контейнеры со стерильной средой не инокулированными. Например, культиватор должен всегда оставлять некоторые чашки с культурой не инокулированными и нераскрытыми. Эти "бланки", как мне нравится их называть, дают культиватору ценную информацию о времени проникновения инфекции в чашки. На каждом шагу процесса культивирования "бланки" должны использоваться как средства контроля.

Воздух в выростных комнатах не требует той степени фильтрации, что необходима для лаборатории. Для грибных культиваторов,

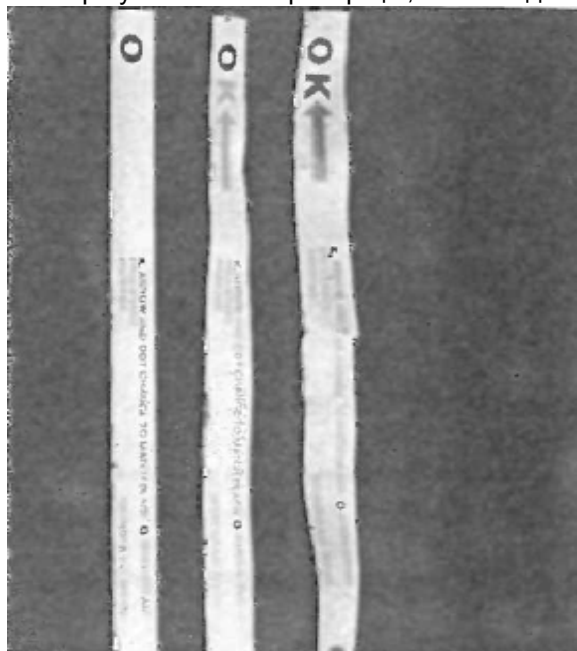


Figure 59. Термочувствительные полоски индикатора стерилизации показывают: не стерилизацию, частичную стерилизации и полную стерилизацию.

очистка воздуха водными аэрозолями практична и эффективна. (Дождь - лучший природный метод очистки воздуха). Желательна обработка водным аэрозолем каждой камеры выращивания дважды в день. Водная аэрозоль подается в верх камеры и опускается вниз. Пол при этом также промывается стекающей водой к сточной канаве в центре камеры. Комната чувствует себя чистой после каждой обработки. Мьтье каждые 1000 кв. футов. ростовой комнаты занимает приблизительно 15 минут. Этот режим - существенный фактор в поддержании качества окружающей среды комнаты выращивания.

3. Среды (субстраты):

Часто среда, на которой выращена культура, становится источником контаминации. Недостаточная стерилизация - обычная причина. Стандартное время стерилизации для большинства жидких сред составляет только 15-20 минут в 15 psi или 250 ° F. (121 ° C). Однако, это время экспозиции слишком кратко для многих из формирующих эндоспоры бактерий, в настоящее время распространенных в добавках, обычно используемых культиваторами. Я рекомендую, по крайней мере, 40 минут при 15 psi для солодового экстракта или картофельно декстрозного агара. При использовании почвенных экстрактов, почва должна экстрагироваться в течение, по крайней мере, 24 часов, и затем извлеченная вода подвергнута минимум 1 часу стерилизации. Действительно, почвы содержат огромное количество контаминантов. Из-за больших начальных популяций, не удивляйтесь, когда некоторые контаминанты переживают этот длительный период стерилизации. Если они (контаминанты) упорствуют, повторно стерилизуйте экстракт со стандартными добавками сахара, солода и т.п. Очевидно, стерилизация лучше всего достигается, при низкой исходной контаминации среды. (См. Подготовку Среды в Главе 12).

Хорошая практика для всех лабораторных менеджеров - необходимо оставить несколько образцов от каждого цикла стерилизации не инокулированными. Не инокулируя несколько чашек Петри, пакетов с зерном, и субстратных блоков и наблюдая их в течение двух недель можно получить ценную информацию о путях переноса инфекции. Эти тесты контроля качества могут легко определить, допущена ошибка при приготовлении среды или инфекция занесена при инокуляции. При идеальных условиях не инокулированные единицы должны остаться без контаминаций. Если они инфицируются в течение 48-72 часов, это обычный признак того, что среда или контейнеры недостаточно стерилизовались. Если контейнеры герметично не запечатаны, и контаминация происходит позднее в течение этих двух недель, то контаминация является, вероятно, местной для лаборатории, особенно где эти единицы хранятся. При идеальных условиях, в прекрасных условиях, никакая контаминация не должна произойти независимо от того, как долго хранится не инокулированная среда.

Много исследователей сообщили, что опилки должны стерилизоваться в течение двух часов при 15 psi, чтобы достигнуть стерилизации. (См. Royse и др. (1990), Stamets и Chilton (1983)). Однако, этот режим обработки срабатывает только на маленьких партиях. При загрузке автоклава сотнями сильно упакованных пакетов подготовленных опилок, столь короткая стерилизации, конечно же, приведет к отказу.

При термообработке промышленных субстратов абсолютная стерилизация непрактична. Стерилизация здесь более концептуальна, чем достижима.

В лучшем случае можно надеяться на то, что контаминанты в опилках были уменьшены до уровня, при котором они перестают быть проблемой в пределах нормального периода времени, необходимого для полной колонизации субстрата грибным мицелием. Опять же, необходимый период времени составляет приблизительно две недели. Если колонизация не окончена через две недели, развитие контаминантов в некоторых местах субстрата весьма обычна. Конечно, увеличивая дозу мицелия, ускоряем колонизацию, и улучшаем условия для грибного мицелия. Рекомендуемые времена стерилизации для различных сред описаны в Главах 15-17. Badham (1988) нашел, что стерилизация подготовленных опилок под давлением в 19 psi в течение 4 часов была функционально подобна (в терминах сокращения контаминации, темпа роста, и урожая Шитаки) высокотемпературной пастеризации (190-194 ° F. или 88-90 ° C.) в течение 14

часов при атмосферном давлении (1 psi). Для определения температурного профиля термообработки используются термометры, погруженные на различную глубину. Когда самое прохладное место показывает 190 ° F. (88 ° C), пар непрерывно подается еще минимум 12 часов, предпочтительнее 14-16 часов, в зависимости от массы субстрата.

Так как проникновение высокой температуры меняется в зависимости от изменения плотности материала субстрата, и со-зависит от его влагосодержания, рекомендуется использованию полос индикатора стерилизации для подтверждения того, что стерилизация фактически произошла.

Еще один ограничивающий фактор - то, что при стерилизации среда биохимически изменяется, потенциально производя токсины, действующие на мицелиальный рост. Если солодовый агар обрабатывали в течение 2-3 часов при 18 psi, среда превращается в прозрачную, янтарную жидкость, поскольку был гидролизован сахар. При этих условиях культиваторы говорят, что среда "карамелизовалась", и вообще отказываются от среды и готовят новую партию. Ни контаминанты не будут расти на этой среде; ни грибной мицелий. Культиватор постоянно сталкивается с такими дилеммами. Хороший культиватор, является тем, кто ищет компромиссы, которые приводят к наиболее быстрой колонизации субстрата и плодоношению.

4. Инструменты и оборудование:

В этой категории - все инструменты и оборудование от скальпеля до варочной плиты для приготовления сред. Недостаточная стерилизация инструментов может быть прямым вектором инфицирования, так как имеем прямой контакт со средой. Стерилизация в пламени мелких инструментов - предпочтительный метод по актуальной дезинфекции в дополнение к спирту или хлорному отбеливателю. Однако, последние широко используются в заводской промышленности культур тканей с немногими проблемами.

Если Вы используете автоклав для того, чтобы стерилизовать среду и другие инструменты, многие забывают, что, хотя внутренность автоклава стерилизуется, наружная поверхность остается "грязной". Контаминанты могут быть легко подняты руками - человека, работающего на автоклаве, и перенесены непосредственно на рабочее место инокуляции. Наружную поверхность автоклава необходимо дезинфицировать перед тем как его открывать после стерилизации.

5. Инокулюм (посевной материал):

Инокулюм - ткань/посевной материал, который передается в новый субстрат, является ли эта ткань частью живущего гриба, - мицелием с другой чашки Петри, или спорами. Бактерии и плесени могут заразить грибную ткань и передаваться с ней каждый раз при новой инокуляции. Изоляция инокулюма грибного мицелия может быть тщетной, поскольку многие из этих организмов контаминантов растут быстрее чем недавно появившийся грибной мицелий. Культиваторы должны постоянно "бежать" или передавать свой мицелий вдали от этих быстро развивающихся конкурентов. Иногда возможна очистка загрязненного мицелия определенными методами.

6. MCU's – Мобильные Единицы Контаминации:

Мобильные Единицы Контаминации - организмы, которые несут и распространяют контаминанты в пределах лаборатории/предприятия. Эти живые макроорганизмы действуют как транспортные средства, распространяющие контаминанты от одного участка к другому. Они особенно разрушительны для лабораторной окружающей среды, поскольку их трудно изолировать. Муравьи, мухи, клещи, персонал - все являются потенциальными MCU's. Как правило, каждый MCU несет не один контаминант, но несколько.

Клещи - самые трудные из MCU's для контроля. Их мелкий размер, их пристрастие к грибку (и плесени и грибной мицелий) как к пище, и их склонность к путешествиям, превращают их в худший кошмар менеджера мицелия. Как только уровень контаминации клещом превысит 10 %, упадок лаборатории - дело одной генерации. Единственный выход, после такого, состоит в том, чтобы полностью закрыть лабораторию. Все культуры должны быть удалены, включая чашки Петри, банки с мицелием, и т.д. Лабораторию нужно тогда полностью почистить несколько раз. Я использую 10%-ый раствор домашнего отбеливателя. Полы, стены, и потолок должны быть вымыты. Используются два ведра раствора отбеливателя - первое, являющееся первичным резервуаром, второе для того, чтобы утопить мусор и пыль, собранные при первом обмывании сверху - вниз. Лаборатория должна быть заперта в течение дня после каждой обработки. После трехкратной тотальной обработки популяция клещей может быть уничтожена или сведена к приемлемому уровню.

Я обнаружил, что "санитарные коврики", те, что используются в дверных входах, чтобы обработать обувь, идеальны для того, чтобы предотвратить взаимную контаминацию клещами и подобными MCU's. Стопки чашек Петри ставить на липкие салфетки на лабораторной полке с зазорами в несколько дюймов между ними. Эти так называемые зоны, с размещением чашек с культурами на очень клейкую поверхность, делают перемещение клещей и других насекомых затрудненным. Верхний клейкий лист удаляется каждые несколько недель, чтобы положить свежую, чистую подложку для хранения новых культур.

Все эти переносчики инфекции универсально влияют один на другие:

Время Экспозиции.

Чем длительнее воздействие любого из вышеупомянутых переносчиков контаминации, тем более существенно их воздействие. Хороший лабораторный технический персонал характеризуется не только скоростью и аккуратностью их работы, но и ее (работы) сложившимся ритмом. Инфицирование производится повторно одним и тем же образом. Контроль времени воздействия может оказать решающее влияние на качество работ в лаборатории.



Figure 60. Хранение культур в чашках Петри на "липких подложках" ограничивает взаимную контаминацию клещами.

=====



The Safe and Proper Use of
Disinfectants and Sanitizers on Mushroom Farms
David M. Beyer, Penn State University
Joe Poppiti, Mushroom Central

Безопасное и Правильное Использование Дезинфектантов и Дезинфицирующих средств на Грибных Фермах

Введение

Дезинфицирующие средства и **дезинфектанты** - вещества, или смеси веществ обладающие способностью разрушать или подавлять рост вредных микроорганизмов, таких как бактерии, вирусы или грибки на неживых объектах и поверхностях. Эти продукты содержат приблизительно 300 различных активных компонентов и продаются в нескольких формах: спреи, жидкости, эмульсии, порошковые концентраты и газы. Приблизительно 1 миллиард \$ тратится ежегодно на производство множества дезинфицирующих средств и дезинфектантов. В настоящее время более 8 000 дезинфицирующих средств зарегистрировано в Американском Управлении по Охране окружающей среды (EPA) и продаются на рынке. Сегодня развиты технологии обнаружения остаточных количеств дезинфектантов в пищевых продуктах, что позволяет обнаруживать их в минимальных количествах. Если еще 10 лет назад, части на миллион (ppm) были обычно принятым уровнем обнаружения, то теперь используются части на миллиард (ppb). У некоторых дезинфицирующих средств и дезинфектантов, зарегистрированных для использования на грибных фермах, есть установленный EPA допустимый остаточный уровень непосредственно на грибах. Поэтому, любой остаток дезинфектантов на грибе - предмет для беспокойства, как отдельных производителей, так и грибной промышленности в целом. В этой статье мы надеемся обрисовать в общих чертах то, что мы знаем о дезинфицирующих средствах и дезинфектантах и как благополучно и должным образом использовать их на грибной ферме.

Что такое дезинфицирующие средства и дезинфектанты?

Так как производители часто вперемешку используют термины "**дезинфицирующие средства**" и "**дезинфектанты**", которые кажутся понятными, давайте проясним эти термины. Согласно Вебстеру, дезинфицировать - чистить, чтобы разрушить или предотвратить рост болезнетворных микроорганизмов. Поэтому дезинфицирующее средство - агент, такой как высокая температура, радиация или химический препарат, который дезинфицирует, разрушая, нейтрализуя или ингибируя рост болезнетворных микроорганизмов.

EPA далее определяет дезинфектанты как продукты, которые используются на твердых неживых поверхностях для разрушения или необратимой инактивации грибов и бактерий. Но это не обязательно относится к их спорам. Дезинфицирующие продукты разделены на два главных типа по их использованию: в больницах и общего использования. Госпитальные дезинфицирующие средства являются самыми важными для борьбы с инфекциями. Они используются для обработки медицинских инструментов, полов, стен, постельного белья и других поверхностей. Дезинфицирующие средства общего назначения - используемые в домашнем хозяйстве, плавательных бассейнах и водных очистителях.

Sanitize - поддерживать санитарию, очищая и/или дезинфицируя. Поддерживать *санитарию* - поддерживать состояние отсутствия таких элементов как грязь или болезнетворные микроорганизмы, которые подвергают опасности (здоровье наших грибов) и наше здоровье. *Санитария* используется для уменьшения, но не обязательно устранения болезнетворных микроорганизмов в неодушевленной окружающей среде до уровней, которые рассматривают как допустимые соответствующими нормативными документами. Дезинфицирующие средства включают средства, разрешенные для контакта с пищевыми продуктами и непродовольственные средства. Моющие средства, используемые для мойки оборудования пищевых производств, посуды на предприятиях питания и в питейных заведениях содержат дезинфицирующие средства, разрешенные для контакта с пищевыми продуктами. Эти средства важны, потому что они используются на участках, где производятся или хранятся потребляемые нами пищевые продукты. Непродовольственные дезинфицирующие средства используются для обработки оборудования по подготовке воздуха, для инокуляции мицелия, производства субстрата, производства и нанесения покровных материалов, для обработки стеллажей, поддонов, полов, стен, крытых переходов...

Антисептики и **Бактерицидные препараты** используются для предотвращения размножения инфекции ингибированием роста микроорганизмов. Поскольку эти продукты используются в/или при живых людях или животных, разрешение их использования и регулирование их оборота и применения должны быть одобрены и отрегулированы Управлением по контролю за продуктами и лекарствами (FDA), например, как наркотики. Бактерицидные препараты (*Germicidal products*) вообще подлежат более жесткому контролю и обычно не используются вокруг грибных ферм.

Термины «Дезинфектанты» и «Дезинфицирующие препараты» будут использоваться в этом тексте попеременно.

Обеспечение безопасности пищевых продуктов и толерантность к дезинфектантам и дезинфицирующим средствам.

Для поддержания грибной фермы здоровой, мы используем дезинфицирующие средства, чтобы санировать и дезинфицировать зоны выращивания грибов, их подготовки, хранения и упаковки. Обратите внимание, что сама используемая терминология предполагает

именно "очистку", но не "контроль" патогенов. Пестициды - химикаты, или биологические агенты используются для контроля роста и развития патогенов, которые непосредственно атакуют растущий мицелий грибов или их плодовые тела.

Зачастую мы считаем само собой разумеющейся, обычной практикой использование определенных химикатов вокруг грибной фермы. Конечно же, мы хорошо образованы и знаем правила безопасного использования пестицидов (с точки зрения безопасности потребителя выращенных нами грибов), однако часто привыкли применять дезинфицирующие средства и дезинфектанты без тщательного обеспечения безопасности своих рабочих или потребителей выращенных грибов. Грибоводы должны помнить, что все химикаты (включая дезинфицирующие средства и дезинфектанты) имеют регистрационный номер EPA и требуют, безусловного выполнения требований их безопасного использования указанных на этикетке производителя этих продуктов. Некоторые из этих дезинфицирующих средств и дезинфектантов имеют разрешения для обработки поверхностей, контактирующих с пищевыми продуктами (регистрация - FCS) и могут использоваться в зоне сбора урожая при соблюдении их допустимых концентраций. Однако, некоторые препараты, имеющие разрешения только для общей обработки (GS) не могут использоваться так или иначе, если химикат может контактировать с грибами, субстратом или покровными материалами. Недопустимы любые варианты применения, при которых не исключен случайный контакт с грибами. Небрежное использование таких препаратов может потенциально создать их следовое количество на грибах. ***Исключением являются гипохлориты и некоторые химические окислители, которые при их профилактическом добавлении в воду при попадании на поверхность грибов разлагаются без следа.***

Цель дезинфекции состоит в том, чтобы убить как споры, так и мицелий таких грибковых болезнетворных микроорганизмов, как *Trichoderma* и *Verticillium*, так же как человеческих болезнетворных микроорганизмов, которые являются потенциальной проблемой безопасности пищевых продуктов. Кроме того, дезинфекция фермы после и между волнами урожая должна убить грибные споры и мицелиальные фрагменты наших грибов для контроля вирусных заболеваний, которые не очень часто встречаются на шампиньонных фермах. Но уж если они появляются, то становятся очень серьезной проблемой для ферм, выращивающих *Portabella* или использующих тоннели Фазы III. Известно, что грибные вирусы могут быть принесены в процесс посредством выживших спор и фрагментов мицелия выращиваемых грибов. ***Некоторые препараты (гипохлориты или некоторые другие химические окислители), одобрены для прямых профилактических обработок, потому что они дают нулевой остаток после попадания на поверхность грибов.***

Какие дезинфектанты я должен использовать?

При выборе используемых дезинфицирующих средств производители грибов должны рассмотреть несколько факторов.

На первом месте при рассмотрении кандидатуры дезинфицирующего средства надо учитывать положение обрабатываемой зоны относительно плодоносящих грибов. Для того чтобы допустить использование дезинфицирующего средства для обработки инструментов сборщиц, или ящиков для сбора урожая, или стеллажей в камере плодоношения сначала необходимо убедиться, что этот препарат зарегистрирован именно для FCS (контакт с пищевыми продуктами). Если химикат не зарегистрирован для FCS, то необходимо дополнительно проверить, не разрешен ли он для добавления в воду для мытья пищевой посуды. Так же важно знать свойства поверхности, которую надо дезинфицировать, так как некоторые химикаты нельзя применять на пористых поверхностях. Например: деревянные стеллажи, поддоны, деревянные полы и т.п.

Стоимость - важный фактор, и производитель грибов должен думать не столько о стоимости галлона препарата, сколько о стоимости самой обработки рабочим раствором. Если дешевый препарат требует вдвое больших концентраций в рабочем растворе, то экономически более выгодным может оказаться использование дорогого препарата со значительно меньшими концентрациями действующего вещества в рабочем растворе той же эффективности.

Эффективность обработки - всегда должна быть на первом месте для грибовода. Данные по относительной эффективности всех дезинфицирующих средств именно для наших контаминантов не всегда доступны. Зачастую рекомендации разрабатываются на основе тестов в чашке Петри, но не после испытаний в реальных производственных условиях. Большинство грибоводов и ученых понимают, что полученные в чашке Петри результаты не всегда эффективны в реальной грибнице. Одна из основных причин такого различия в эффективности - то, что все дезинфицирующие средства снижают свою реальную эффективность в присутствии большого количества органических веществ. Именно поэтому эффективность дезинфекции зависит в первую очередь от чистоты.

Коррозийность химиката - ее также необходимо учитывать при выборе средств санации оборудования. Некоторые дезинфицирующие средства очень эффективны, но их использование разрушает металл или движущиеся части механизмов.

Полное ополаскивание оборудования рабочим раствором необходимо и весьма эффективно после его мойки, но каждая дополнительная операция - это дополнительные финансовые затраты. Выбор препарата для очистки и дезинфекции оборудования HVAC часто зависит от того, насколько велика их коррозионная активность и оставляют ли они на обработанной поверхности остаточное вещество, которое после высыхания может попадать в воздух помещений в виде пыли. Поэтому, чтобы не беспокоиться о безопасности и избежать любого возможного перемещения химикатов в помещение с грибами, лучше использовать химикаты FCS или мыло и воду, которые не представляет даже потенциальной опасности для пищевых продуктов.

Качество воды - вообще не предмет для беспокойства, за исключением некоторых из производных хлора. Гипохлориты наиболее эффективны при pH факторе меньшем, чем 7.0. Поэтому, чтобы достигнуть эффективной дезинфекции растворами гипохлоритов, необходимо регулировать pH воды для приготовления их рабочих растворов (подкислять), что несколько увеличивает стоимость обработки этими препаратами.

Где и какие дезинфектанты я могу использовать?

Контактирующие с пищевыми продуктами поверхности отличаются от подлежащих общей очистке поверхностей (GS) грибной фермы. Дезинфицирующие средства, используемые для обработки стен, полов, субстрата, покровных материалов, погрузочно-разгрузочного оборудования и т.п. не обязательно могут относиться к включенным в список зарегистрированных препаратов FCS. На грибной ферме необходимо использовать зарегистрированные FCS препараты для обработки: инструментов сборщиц, ящики для сбора грибов, лотки и упаковочные пленки, грибное упаковочное оборудование и контейнеры, оборудование для водоподготовки, силос сушилок,

варочные котлы и т.п. Т.е. для обработки любого оборудования, которое даже потенциально может контактировать с грибами - например, сортировочные столы или контейнеры для обрезков грибных ножек.

Механическое оборудование для сбора урожая, конвейеры, линии сортировки и/или упаковки грибов, оборудование для мойки и бланшировки грибов должны обрабатываться FCS препаратами после надлежащей очистки. Либо они должны быть тщательно ополоснуты питьевой водой после дезинфекции с использованием не-FCS химикатов.

Все дезинфицирующие средства/дезинфектанты инактивируются грязью или органическими веществами. Поэтому, для эффективности дезинфекции предварительно удалите всю грязь и органические отходы. Перед санацией полностью очистите или вымойте все поверхности с мылом или разрешенными моющими веществами, затем щедро ополосните их водой. Растворы дезинфицирующих средств обычно используются в ножных санитарных ваннах для обработки обуви. Если вы обратите ваше внимание на то, как быстро накапливается в них грязь, то вы поймете, насколько важен этот тип обработки. Насколько важно своевременно их очищать и поддерживать эффективную концентрацию препарата. С другой стороны беспокойство о безопасности работающих на ферме. Лишь некоторые из доступных препаратов могут применяться для санитарных ванн и ковриков при условии использования непроницаемой обуви.

Резервуары для обработки погружением, ножные ванны и санитарные коврики часто заполняют одним типом дезинфицирующего средства. Накопление в них грязи и органических отходов быстро дезактивирует дезинфицирующие средства. Поэтому рекомендуется тщательно очищать или мыть то, что вы будете дезинфицировать. Любое оборудование или тара, контактирующее с грибами, должно быть обильно ополоснуто, если вы использовали дезинфицирующее средство, не одобренное FCS. Ножные ванны также поднимают проблему с безопасностью рабочих, так как только некоторые препараты разрешены к применению. И то ТОЛЬКО с непроницаемой (непромокаемой) обувью. Общее правило состоит в том, чтобы гарантировано использовать соответствующие каждому химикату средства индивидуальной защиты (PPE).



Оборудование для инокуляции мицелия, для нанесения покровных материалов необходимо мыть горячей водой под высоким давлением. Это позволяет снизить концентрацию химикатов в рабочих дезинфицирующих растворах. Что продлит жизнь дорогостоящему оборудованию - дезинфектанты, как правило, обладают коррозионной активностью. Оборудование приготовления покровных материалов, ведра, тележки, стеновые панели, двери, ramпы, транспорт можно обрабатывать фенольными, йодсодержащими препаратами, кварцевать и т.п. Однако, **все оборудование, которое приходит в соприкосновение с компостом или покровными материалами должно быть полностью обильно и хорошо ополоснуто питьевой водой.**

Удостоверьтесь, что не происходит любой случайный или по небрежности контакт дезинфектанта с грибами или с соприкасающимися с ними поверхностями. Причинами таких случайных контактов могут быть: смещение оборудования, растлещивание жидкости, использование водных аэрозолей, дымовых аэрозольных обработок, перебросы через вентиляционную систему и т.п.

Наиболее обычное использование дезинфектантов общего назначения: обработка строительных конструкций (полов, стен, дверей) - в том числе и помещений выращивания. Однако, важно, что бы все ящики для грибов, коробки и т.п. были удалены из обработанного помещения до его высыхания. Пока остатки дезинфицирующего препарата не начали пылить с обработанных им стен и полов.

Разрешено использование аэрозолей дезинфицирующих средств. Однако необходимо выключать вентиляционное оборудование пока не осядет и не высохнет аэрозоль рабочего раствора. Это предупредит перенос аэрозоли в другие помещения. При применении FCS разрешенных препаратов вентиляционное оборудование можно оставлять работать в режиме рециркуляции для его внутреннего санирования.

Оборудование общего назначения, например вентиляционное, часто является переносчиком инфекции от урожая к урожаю. На грибных фермах необходимо ввести в практику обязательную внутреннюю дезинфекцию вентиляционных каналов, вентиляторов, погрузочно-разгрузочного оборудования после каждого цикла работы камеры выращивания. Хотя это оборудование не считают FCS, все же рекомендуем обрабатывать его FCS химикатами, что бы потом не беспокоиться о возможном рассеивании препаратов по камере выращивания и попадании его на грибы.

Случайный неумышленный контакт с грибным компостом или покровным материалом может привести к остаткам препарата в ткани грибов (возможно в только пррв уровнях). Этот случайный контакт может произойти и после ежедневной мойки и санации

оборудования. Некоторые фрукты и овощи обладают неким типом остаточной толерантности к некоторым видам дезинфицирующих средств. К сожалению, для грибов не установлено НИКАКОЙ аналогичной толерантности ни к одному из используемых в грибной индустрии химикату. Penn State, IR4 и AMI полным ходом ведут исследования важнейших дезинфицирующих препаратов, применяемых в промышленности, в надежде на получение эффекта "непреднамеренной толерантности".

Какие дезинфектанты пригодны для грибных ферм?

Несколько групп дезинфицирующих средств пригодны и используются на/вокруг грибных ферм. Мы попытались сгруппировать их в родственные категории и перечислили в таблице. Они не сгруппированы по цене или эффективности. Есть широкий разброс мнений относительно того, насколько толерантны эти дезинфицирующие средства к органическим материалам. Мы пытались обобщить огромный объем противоречивой информации по их толерантности. Единственное обобщающее утверждение, которое мы смогли сделать: любое органическое загрязнение уменьшает эффективность любого дезинфектанта не зависимо от его, дезинфектанта, природы.

Дезинфектанты, пригодные к использованию на грибных фермах.

Тип	Активное начало	Примеры торговых названий	Использование/Ограничения/Комментарии
Хлор	Гипохлориты кальция/натрия	Хлорная известь, гипохлорит натрия, БЕЛИЗНА и др.	Для пищевых продуктов порядка 200 ppm, для общей дезинфекции порядка 600 ppm; дезактивируются любой органикой; коррозионные; дешевые; не эффективны при pH выше 7,0; необходимо подкислять рабочие растворы.
Йод	Йодсодержащие	Йодистый бром, йодоформ и др.	Для пищевой промышленности 25 ppm; общего назначения (широкий спектр действия) 100 ppm. Малое остаточное содержание, окрашивает пористые поверхности, используется в больницах, средняя цена.
Окислители	Диоксиды хлора различного типа и стабильности	Различные торговые названия	Мягко коррозионные, различные комплексы и типы; для активации наиболее стабильных форм добавить кислоту; устойчивы к некоторым OM; для FCS - 100 ppm; GS - 500 ppm.
	Перекись водорода или диоксид водорода	Различные торговые названия	Неизвестная эффективность; начальные испытания показали большую эффективность против спор, чем мицелия грибов.
Перацетаты	Перуксусная кислота Химический механизм действия тот же, что и для окислительных препаратов.	Различные торговые названия	Неизвестная эффективность; коррозионный, дорогой; разрешен для FCS; читайте инструкцию производителя конкретного препарата. Низкая остаточная антибактериальная деятельность; убивает широкий спектр микроорганизмов.
Фенолы	Комбинация из: Орто-фенилфенатов (OPP) и/или некоторых производных фенола и натрия/калия	Различные торговые названия	Не аттестован для FCS; Толерантен к некоторым OM; при увеличении OM быстро инактивируются. Только для НЕ пористых поверхностей. (НЕ ДЕРЕВО!); Оборудование после обработки промыть большим количеством воды.
Четвертичный аммоний	Четвертичного аммония хлорид	Хлорамин и др.	«Цепляется» к обрабатываемой поверхности. Устойчив при низких концентрациях органических загрязнений, устойчив в чистых растворах, медленно разлагается.

Стабилизированный формальдегид	Гидроксиметил--п-пропандиол, формальдегид, и диметил бензил аммония хлорид	Различные торговые названия	Широкий спектр действия, не коррозионный,
Протекторы древесины	Медьсодержащие препараты Органические химикаты	Различные торговые названия	Для обработки деревянных поверхностей между волнами плодоношения и до заполнения камер выращивания.

FCS = контакт с пищевыми продуктами; GS = общая санитария; OM = органические материалы

Что может рассказать этикетка препарата?

Некоторые дезинфицирующие средства маркированы **только** для использования на твердых, непористых поверхностях; т.е. нельзя использовать для обработки изделий из древесины. Чтение этикетки является одним из способов получить информацию относительно того, как правильно использовать данный продукт. Однако, инструкция на лейблах иногда может вводить в заблуждение. Даже если на лейбле есть отметка не-FCS химиката, такого как фенол, предполагается, что его можно использовать для обработки стен, полов и т.п. перед инокуляцией или при инокуляции; для обработки оборудования приготовления покровных материалов. Т.е. мы можем использовать его в нашем производстве для обработки поверхностей **которые не приходят в соприкосновение с компостом, ящиками для сбора грибов и т.п.** Грибовод должен использовать здравый смысл и после применения этого не-FCS дезинфицирующего средства ДОЛЖЕН тщательно и полностью ополоснуть все поверхности питьевой водой до любого контакта с любыми пищевыми продуктами, субстратом и т.п.

Грибовод должен прочитать этикетку дезинфицирующего средства, чтобы знать содержание активного компонента. Различные торговые марки одного и того же препарата могут содержать различную концентрацию активного начала. Часто допустимое содержание активного компонента для FCS обработки намного ниже, нежели для общей обработки полов, стен и т.п. Более приемлемы для покупки товарные марки с более высокой концентрацией, пусть даже не-FCS дезинфицирующего средства.

ЕРА регулирование дезинфектантов и дезинфицирующих средств.

ЕРА регистрирует и регулирует применение антибактериальных пестицидов под эгидой федерального закона об инсектицидах, фунгицидах и родентицидах (FIFRA). Чтобы получить регистрацию, изготовители дезинфицирующих средств или дезинфектантов должны доказать, что этот новый препарат: 1) не оказывает отрицательное воздействия на человеческое здоровье или окружающую среду, и 2) что маркировка продукта и состав соответствует требованиям FIFRA. Кроме того, изготовители обязаны представлять ЕРА детальную регламентированную информацию относительно химического состава их продукта; данные по эффективности, его эффективность против определенных микроорганизмов. Маркировка товарного препарата должна отражать: информация по безопасному применению препарата, по его эффективному применению, данные по токсикологии, меры срочной помощи при отравлении.

... пропускаю

Рекомендуем прочитать:

Lelley, J. 1987. Disinfectants in Mushroom Farming: possibilities and limits. The Mushroom Journal. June; pp 7-11.

Wuest, P. J. 1990. Sanitation and hygiene at a mushroom farm. Mushroom News: April 1990. pp 23-25.

Рекомендуем посетить Web сайт:

<http://mushgrowinfo.cas.psu.edu>

=====

“РОЗОВЫЕ ПЛЕСЕНИ”

ИЗ

«The Mushroom Cultivator»

by

Paul Stamets

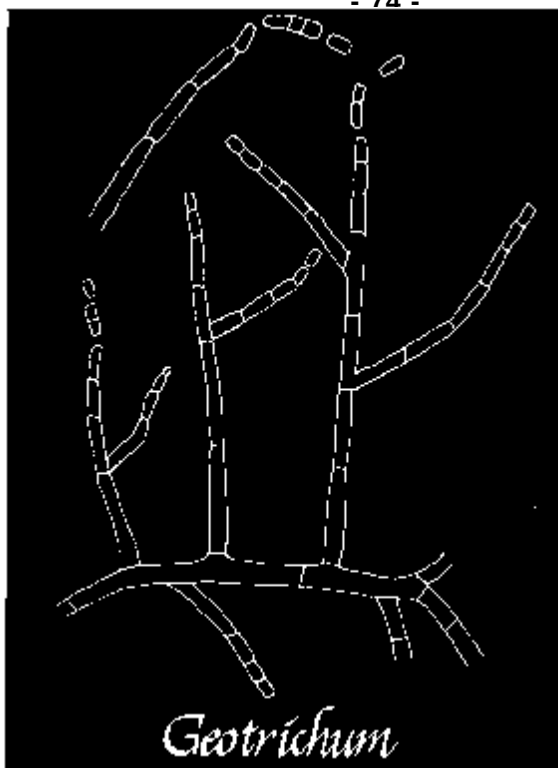


Рис 205 Рисунок спорующей структуры - *Geotrichum*, плесени "Губной помады" и ее конидии характерной формы.

GEOTRICHUM

Class: *Fungi Imperfecti*

Order: *Moniliales*

Family: *Moniliaceae*

Синонимы: Плесень — «Губная помада» («Красная губная помада»)

Латинский корень: От "geo", что значит «земля», и "trichum", что означает «волосатый», что соотносится с видом мицелиального мата.

Среда обитания и типичные причины появления:

Зачастую сапрофиты, хотя некоторые формы действуют как паразиты. Разновидности *Geotrichum* чрезвычайно распространены в природе, но с ними нечасто сталкиваешься в грибном компосте - если только она не была внесена с почвой. *Geotrichum* живет в почвах, навозе, старой соломе, гудах компоста и гниющих фруктах и овощах. Вообще, разновидности этого рода являются мезофильными термофилами и поэтому чувствительны к температурам пастеризации.

Пути распространения инфекции: Воздух; почва; от старой соломы и отработанных субстратов/компостов.

Методы контроля: Компостирование на конкретной площадке; полная пастеризация субстрата/компоста и соломы; использование чистых материалов.

Макроскопическое проявление: Мицелий, сначала беловатый, часто имеющий вид "морозных" узоров, затем формирующий беловатые мицелиальные шарики. С возрастом мицелий становится розоватым и затем красноватым из-за созревания спор. Более старые колонии этого гриба приобретают цвет вялого апельсина.

Микроскопические характеристики: Разделенные поперечными перегородками гифы, в форме обширных рандомизированных клеточных цепочек, в которых цилиндрические конидиоспоры делятся на сегменты размером 5-10 x 3-6 микронов. Конидиофоры простые и часто неотличимы от мицелиальной сети.

История, Использование и/или Медицинское Значение: Немногие виды токсичны. *Geotrichum candidum* вызывает оральную, бронхальную, легочную и/или кишечную болезнь, известную как *geotrichosis*, которая поражает людей и других млекопитающих.

Примечания: Обычно проявляется на агаровых средах приготовленных с добавлением почвенных экстрактов. Редки в стерильных культурах. Случайный контаминант грибных блоков/грядок (субстрата/компоста), плесень "Губная помада" подавляет формирование и развитие примордиев.

К этому грибку близок, если не является синонимом с *Sporendonema purpurescens*. Дополнительную информацию см.:

Sinden, J.W., 1971 "Ecological Control of Pathogens and Weed Molds in Mushroom Culture" Annual Review of Phytopathology 9.

Camichael, J.W., 1957 "Geotrichum candidum" Mycologia 49. pp. 820-830.

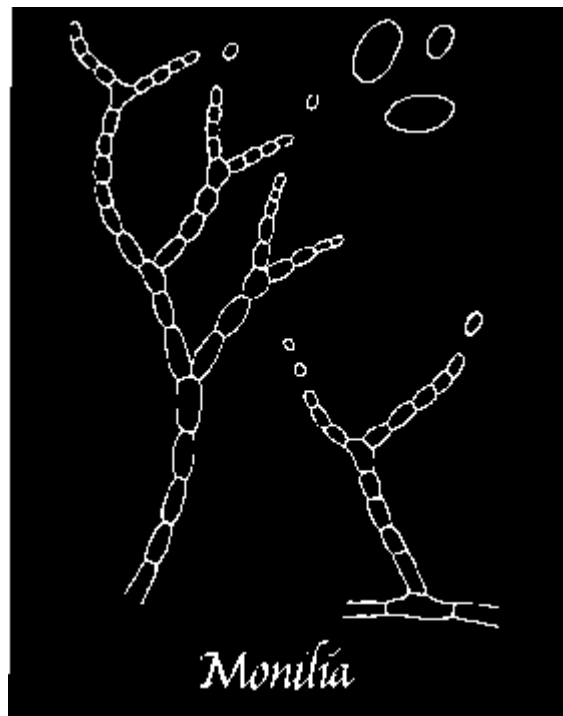


Рис 207 Рисунок подробной цепи структуры, которой *Monilia* производит конидии (споры).

MONILIA

Class: *Fungi Imperfecti*

Order: *Moniliales*

Family: *Moniliaceae*

Синонимы: Белая плесень; Белая цветочная плесень; Розовая плесень.

Латинский корень: От "monile" или ожерелья для подобному цепи расположению мицелия и спорулирующих клеток.

Среда обитания и типичные причины появления: Относительно обьмна на агаровых; зерновых культурах; субстрате/компосте и покровной почве.

Пути распространения инфекции: Прежде всего воздух; почва; и зерно.

Методы контроля: Воздушная филтрация; поддержание хорошей гигиены в лаборатории и камерах выращивания, и, особенно, в изоляции и удалении загрязненных культур (в лаборатории и камерах выращивания) и отходов грибов (в камерах выращивания). Полная стерилизация зерна и пастеризация покровных материалов уменьшают возможность внутренней контаминации. Этот контаминант, как полагают, вводится извне переносимыми воздухом спорами. Фильтры высокой производительности препятствуют тому, чтобы споры *Monilia* загрязнили мицелий и уменьшили риск контаминации в камерах выращивания.

Макроскопическое проявление: Представлена двумя изменчивыми формами: несовершенная форма *Monilia* является порошкообразной беловатой плесенью; и совершенная форма, *Neurospora* - быстрорастущая стойкая воздушная плесень, которая розовеет с созревaniem спор. В зерне могут присутствовать и беловатая, и розовая *Neurospora*. Белая *Monilia* имеет замечательное подобие перлиту, и может легко быть принят за него. На поверхности больше распространена розовая форма. Оба формы очень быстро растут.

Микроскопические характеристики: Одноклеточные конидии; от овальной до лимонобразной формы; производятся в огромных - количествах на подобных дрожжам цепях с терминальными клетками, являющимися самыми молодыми и происходящими из простой, разделенной поперечными перегородками мицелиальной сети. Реже конидиоспоры производятся отдельно. Конидиофоры чрезвычайно просты и подобны мицелию или совсем отсутствуют. Ее мицелий - полупрозрачный, белый или подкрашенный серым, в то время как конидии являются коричневыми, серыми или розовыми.

История, Использование и/или Медицинское Значение: Патогенные проявления неизвестны. Болезнь, известная в медицине как *moniliasis*, фактически вызывается дрожжеподобным грибом *Candida*, и более правильно называется *кандидозом*. *Candida* была неправильно названа *Monilia* в медицинских микологических текстах. Несколько родов имеют те же самые микроскопические особенности и могут быть легко перепутаны с *Monilia*.

Действительно, *Monilia* - основной род среди созвездия родов. Для использования домашним грибоводом все эти формы можно было бы более полезно назвать "комплексом родов".

Комментарии: Совершенная форма *Monilia's* представлена *Neurospora* (см., этот род), и любой их фенотип в значительной степени определен пищевыми факторами, особенно pH фактором. *Monilia* может существенно варьировать в цвете на зерновом мицелии: от толстой беловатой мицелиальной цинковки до порошкообразного белого, серого или окрашенного в розовый цвет мицелия. Возможно самая разрушительная форма - беловатая из за его сходства с мицелием культивируемых грибов. Также наблюдаемая в агаровой культуре розовая форма отличается своим высоким воздушным мицелием. Он поднимается по сторонам чашек Петри. Если с ним не бороться, этот контаминант может быть очень трудно уничтожим. Полная очистка лаборатории/производства - единственный способ. После вспышки *Monilia* особое внимание должно быть направлено на восстановление надежности мицелия.

Monilia и *Neurospora* атакуют грибные грядки и покровные слои быстрорастущим сероватым (беловатым) мицелием, который вскоре развивает розоватые тона с созревaniem спор. Источник контаминации этим грибом - обычно грязные покровные материалы или инфицированный мицелий.

Смотри описание *Neurospora*.

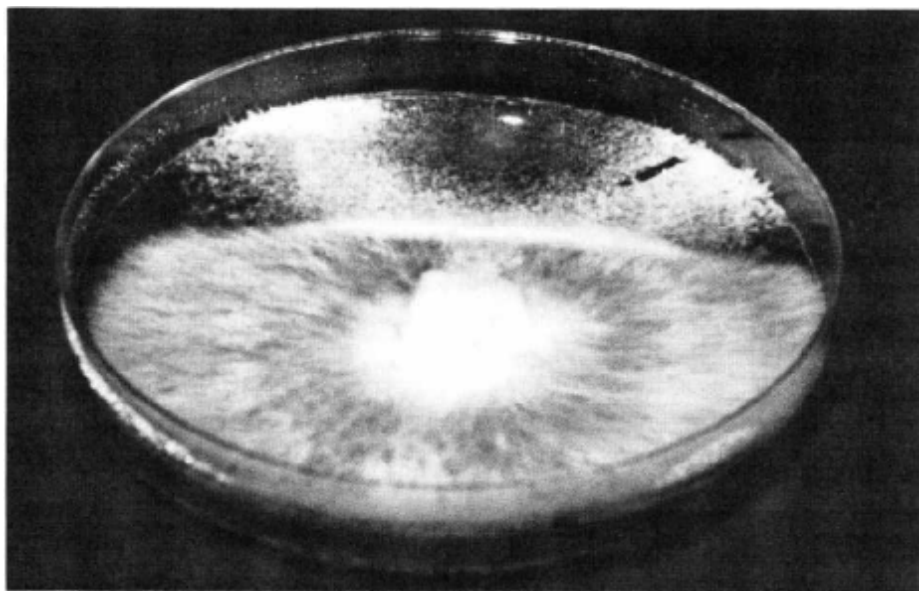


Рисунок 208 *Monilia* -подобная плесень на агаровой среде с грибным мицелием.

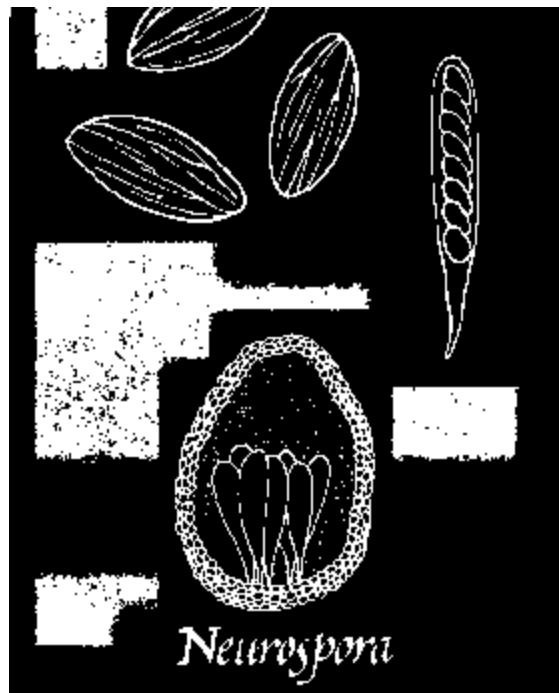


Рис 214 Рисунок спорулирующих структур и отличительные черты спор **NEUROSPORA**, РОЗОВОЙ ПЛЕСЕНИ.

NEUROSPORA

Class: *Ascomycetes*

Order: *Xylariales*

Family: *Sordariaceae*

Синонимы: Розовая плесень, Красная хлебная плесень

Латинский корень: От "neuro" в значении "нерв" и "spora" - споры, в ссылке на продольные подобные нерву борозды(рубцы), идущие вдоль оси споры.

Среда обитания и типичные причины появления:

Обычно замечают на агаре и зерне. *Neurospora* быстро растет, иногда всего за 24 часа полностью колонизирует среду в чашке Петри. Вездесуща в природе - на экскрементах/навозе, в почвах и на разлагающихся растительных остатках.

Пути распространения инфекции: Прежде всего, воздух; во вторую очередь зерно, почва; экскременты/навоз.

Методы контроля: Воздушная фильтрация; инкубация культур в стерильной окружающей среде; полная стерилизация зерна; изоляция и уничтожение загрязненных культур/материалов; прочие методы поддержания стандартного режима гигиены.

Макроскопические проявления: Быстрорастущий, ползучий воздушный мицелий, который становится яркого розового цвета с созревaniem спор.

Микроскопические характеристики: Споры, отчетливо вытянутые в длину, ребристые, с подобными нерву рубцами/бороздами. Прodуцируются по 8 штук за один раз (редко по 4) в подобном мешочку органе, который называли "аскус". Который в свою очередь приложен к подобному шару перитецию, который может иметь цвет от темно коричневого к черному, или розовый. Его несовершенная форма, *Monilia*, состоит из простой разветвленной сети мицелия. *Monilia* делится на сегменты, на терминальных концах которых эллипсоидные, овальные или сферические споры сформированы в короткие цепи. Споры *Monilia* часто имеют розоватый цвет.

История, Использование и/или Медицинское Значение: Патогенные проявления для людей или животных неизвестны.

Neurospora crassa – стала стандартной для изучения генетики грибов в культуре.

Комментарии: *Neurospora* имеет несовершенную форму рода *Monilia*, который формирует споры не в подобном мешочку конверте, а в простых цепях в конце пифы. (См. *Monilia*). *Neurospora* и/или *Monilia* - одни из наиболее быстро растущих на зерне и агаре контаминантов.

Цвет этого контаминанта, в любой форме, весьма изменчив. Способность этого организма видоизменяться и в асексуальный грибок (*Monilia*) и в грибок с половым размножением (*Neurospora*) в значительной степени определяется факторами питательности и pH среды. Низкий уровень pH способствует преобразованию в *Monilia*; в то время как более высокая pH среды содействует *Neurospora*.

Характерный розоватый тон и уникальная структура споры делают *Neurospora* легким для идентификации контаминантом. Так как этот грибок прорастает через ватномарлевые пробки или фильтрующие диски, единственная загрязненная пробирка, хоть и запечатанная, может быть причиной распространения инфекции по всем пробиркам/чашкам/пакетам мицелия в пределах лаборатории. Это более вероятно, если фильтрующие диски/мембраны и ватномарлевые пробки имеют минимальное количество влаги или, если внешняя

влажность высока. Кроме того, споры *Neurospora* прорастают с большей готовностью при повышенных температурах. (Перегревы субстрата).

Красная хлебная плесень принадлежит к комплексу *Neurospora crassa*. Розовая плесень, наблюдаемая в грибом культивировании, наиболее часто *Neurospora sitophila*, пагубный загрязнитель, от которого весьма трудно избавиться.

Все зараженные культуры должны быть удалены из лаборатории (фермы) как можно скорее и уничтожены. Полная очистка лаборатории/производства абсолютно необходима. Если контаминация сохраняется, удалите весь мицелий (мицелиальный материал) и стартуйте снова. Так как споры *Neurospora* распространяются через воздух, высокоэффективные фильтры большой производительности (HEPA), эффективны в контроле этого загрязнителя.

Отсылаем к роду *Monilia*, несовершенной форме *Neurospora*.

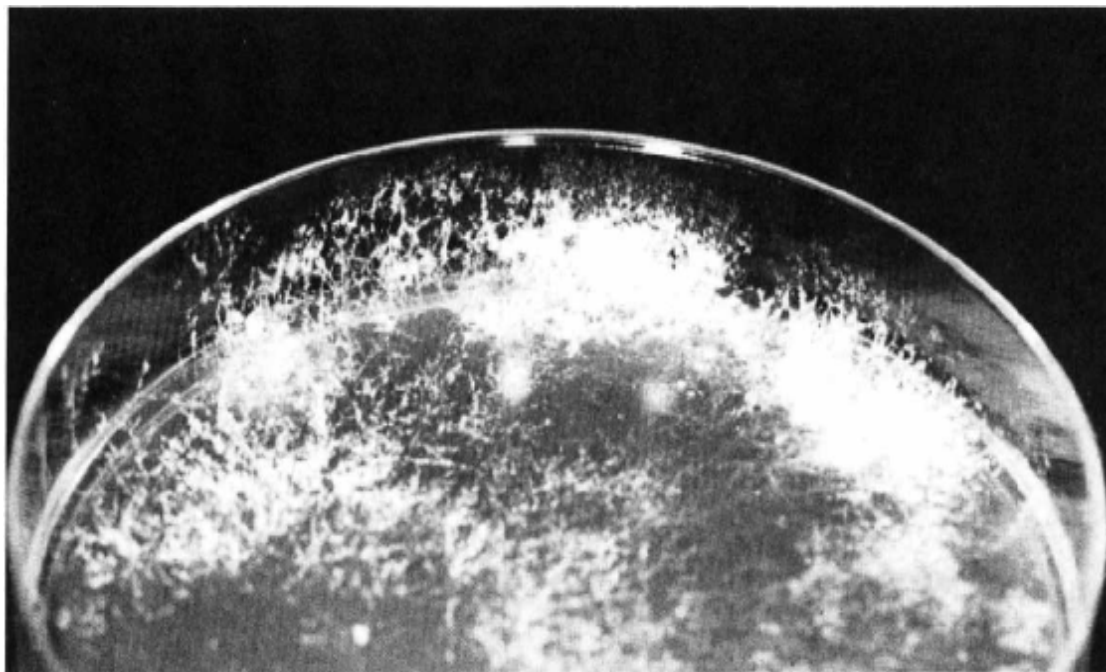


Рис 215 *Neurospora* инфицированный агар. Обратите внимание на форму мицелия.

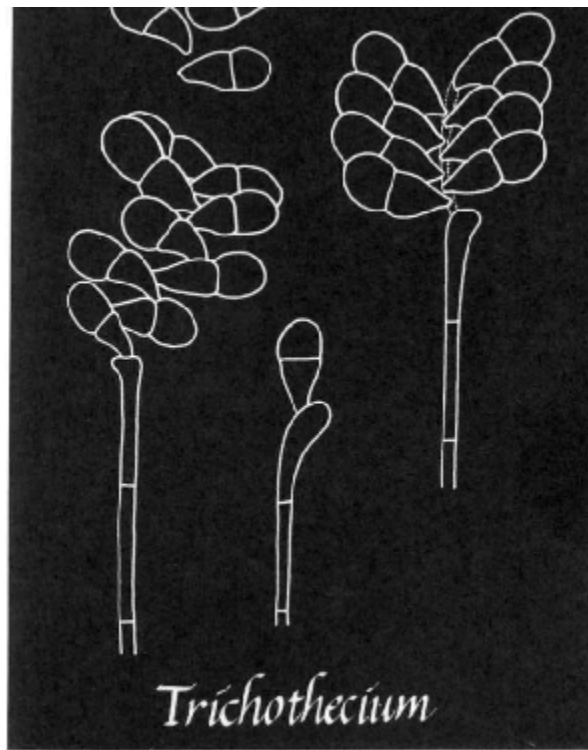


Figure 227 Drawing of conidia and sporulating structure of **TRICHOTHECIUM**.

TRICHOTHECIUM

Class: *Fungi Imperfecti*

Order: *Moniliales*

Family: *Moniliaceae*

Синонимы: Розовая плесень.

Греческий корень: От "trichos", означающий «волосатый» и "theke", означающий мешочек или капсула.

Среда обитания и типичные причины появления:

По большей части, сапрофит, с которым редко сталкиваются в производстве мицелия несмотря на то, что это - одна из многочисленных представителей микрофлоры с зерна. *Trichothecium* - случайный контаминант в агаровой культуре и в плохо подготовленных или незрелых субстратах/компостах.

Пути распространения инфекции: Обычно распространяющийся по воздуху контаминант.

Методы контроля: Фильтрация воздуха и поддержание хорошей гигиены в лаборатории.

Макроскопическое проявление: Мицелий, первоначально беловатый; вскоре розовеет с началом производства спор; типично медленный рост на солодовом агаре. *Trichothecium* - порошкообразная плесень типа *Пеницилла*.

Микроскопические характеристики: Конидии, размером 12-18 x 4-10 микронов; от бесцветных до ярко окрашенных; объединены по два; формируют грушевидные, эллипсоидные или яйцеобразные кластеры, находящиеся в вершине высоких, тонких разделенных поперечными перегородками конидиофоров без ветвей. Связки спор присоединены друг к другу или в виде цепей или свободными группами, но не линейно.

История, использование, медицинское значение: Известна одна плесень: *Trichothecium roseum* Link ex Fr., содержащая антибиотик (*trichothecin*), который токсичен для бактерий, грибов и животных.

Комментарии: Чаще встречается на агаровых культурах, чем на зерновом (мицелий). Этот контаминант может стать огромной проблемой, если его не обнаружить на ранней стадии, и если большим поселениям спор разрешают развиваться в пределах здания лаборатории (фермы).

Также проявляется на субстрате/компосте и иногда на покровной почве, особенно где азот обогащающих добавок не был преобразован в белок, годный к употреблению грибным мицелием. Само по себе это явление не является решительно препятствующим росту грибного мицелия, но его процветание говорит о создании не очень хороших условий для хорошего грибного роста. Соблюдение хороших методов подготовки субстрата/компоста и соответствующих стандартных гигиенических процедур препятствует появлению этого гриба.

Смотри также *Fusarium*, род, содержащий несколько видов окрашенных в розовый цвет контаминантов и *Ceotrichum*, род, известный как *Плесень Красной губной помады*.